



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : phoéniculture

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :

Abbassi Zineb

Le : [Click here to enter a date.](#)

Evaluation numérique de la teneur en chlorophylle chez quelques cultivars du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) cultivés dans la région de Biskra.

Jury :

Mme. Bedjaoui Hanane	MCA	Université Mohamed Khider Biskra	Président
M. Benaziza Abdelaziz	MCA	Université Mohamed Khider Biskra	Rapporteur
M. Atek Younes	MAB	Université Mohamed Khider Biskra	Examineur

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à Dieu, le Tout-Puissant, pour m'avoir Accordé la santé, le courage, la patience et la volonté nécessaires pour entreprendre
Ce travail.

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à mon directeur de mémoire **Dr.Abdelaziz Benaziza**, pour son aide précieuse, ses conseils éclairés, son soutien continu et sa confiance tout au long de mon parcours. Je tiens également à remercier les membres de jury ; **Mme.Bedjaoui Hanane** et **M. Benaziza Abdelaziz** pour consacrer leurs temps à évaluer ce travail.

Mes remerciements sincères et ma gratitude la plus vive à tous mes enseignants du département d'agriculture.

Je tiens à remercier chaleureusement mes amis et toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de cette recherche.

Dédicace

Tout d'abord, je tiens à remercier **DIEU** de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Je dédie humblement ce travail

A mon très cher père et à ma tendre mère, mes premiers soutiens et encouragements tout au long de ce parcours. Que Dieu leur accorde une bonne santé et une longue vie prospère.

A mes chers **frères et sœurs**, qui ont toujours été présents pour moi, aussi pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leurs aides.

A mon mari, **Merci** infiniment pour ton soutien et tes conseils aussi nobles, pour ma réussite.

A ma tante et **toute ma famille** pour leur soutien et leur présence.

A mes amis proches, de l'hôpital de Sidi Okba, Tout ceux qui m'aiment et que j'aime.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail modeste,

Je vous adresse à tous un sincère **Merci**.

Liste des figures

Figure 1	La morphologie de palmier dattier.....	7
Figure 2	Processus photosynthèse de la feuille de palmier dattier.....	8
Figure 3	Figuration de pigment de chlorophylle présent dans les feuilles des plantes.....	9
Figure 4	Structures chimiques des chlorophylles a (à gauche) et b (à droite)	9
Figure 5	Nombre et surface de culture des palmiers dattiers en Algérie...	10
Figure 6	La production des dattes dans la wilaya de Biskra en 2015.....	11
Figure 7	Rejet d'un palmier dattier.....	12
Figure 8	Vitro-plants du palmier dattier obtenus par culture des tissus in vitro.....	13
Figure 9	Exemple d'irrigation (irrigation gravitaire) dans les palmeraies Algérienne.....	14
Figure 10	Les méthodes de pollinisation dans les palmeraies.....	15
Figure 11	Les ravageurs attaquant les palmier dattier dans la région des Zibans.....	17
Figure 12	Les dégâts des maladies cryptogamiques des palmiers dattiers...	18
Figure 13	Figuration des différents stades de développement des dattes...	19
Figure 14	La carte géologique de la wilaya de Biskra.....	22
Figure 15	Les folioles des trois variétés étudiées.....	23
Figure 16	Interface de logiciel MESURIM_pro_08.....	25
Figure 17	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar.....	26
Figure 18	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	27
Figure 19	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	28
Figure 20	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Sud pour le cultivar « Deglet Nour » ...	28
Figure 21	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour » ...	29
Figure 22	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour »	30
Figure 23	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	30
Figure 24	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	31
Figure 25	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour » ...	32
Figure 26	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	32

Figure 27	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nou » ...	33
Figure 28	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour » ...	34
Figure 29	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour » ...	35
Figure 30	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	35
Figure 31	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	36
Figure 32	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	36
Figure 33	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	37
Figure 34	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour »	38
Figure 35	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour »	38
Figure 36	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	39
Figure 37	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	39
Figure 38	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	40
Figure 39	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	41
Figure 40	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	41
Figure 41	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	42
Figure 42	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	43
Figure 43	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	43
Figure 44	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	44
Figure 45	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	45
Figure 46	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour »	45
Figure 47	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour »	46

Figure 48	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	47
Figure 49	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour » ...	47
Figure 50	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour »	48
Figure 51	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	48
Figure 52	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	49
Figure 53	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	50
Figure 54	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	51
Figure 55	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	51
Figure 56	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	52
Figure 57	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	53
Figure 58	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	53
Figure 59	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	54
Figure 60	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	55
Figure 61	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	55
Figure 62	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	56
Figure 63	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	57
Figure 64	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	57
Figure 65	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	58
Figure 66	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	59
Figure 67	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	59
Figure 68	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	60
Figure 69	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles	61

	médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	
Figure 70	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	61
Figure 71	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	62
Figure 72	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	63
Figure 73	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	63
Figure 74	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	64
Figure 75	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour	65
Figure 76	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	65
Figure 77	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	66
Figure 78	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	67
Figure 79	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	67
Figure 80	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	68
Figure 81	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	69
Figure 82	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».	69
Figure 83	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	70
Figure 84	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	71
Figure 85	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».	71
Figure 86	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour	72
Figure 87	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».	73
Figure 88	Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».	73
Figure 89	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Ghars ».	75
Figure 90	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers ouest pour le cultivar (Ghars).	76

Figure 91	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».	77
Figure 92	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».	77
Figure 93	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».	78
Figure 94	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers L'Ouest pour le cultivar « Ghars ».	79
Figure 95	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».	79
Figure 96	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».	80
Figure 97	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est su pour le cultivar « Ghars ».	81
Figure 98	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers ouest pour le cultivar « Ghars ».	81
Figure 99	Folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».	82
Figure 100	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».	83
Figure 101	Absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».	83
Figure 102	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars ».	84
Figure 103	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».	85
Figure 104	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».	85
Figure 105	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».	86
Figure 106	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars »	87
Figure 107	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	87
Figure 108	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars »	88
Figure 109	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	89
Figure 110	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers ouest pour le cultivar « Ghars »	89
Figure 111	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	90
Figure 112	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars »	91

Figure 113	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	91
Figure 114	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars »	92
Figure 115	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	93
Figure 116	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars »	93
Figure 117	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	94
Figure 118	Absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars »	95
Figure 119	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	95
Figure 120	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars »	96
Figure 121	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	97
Figure 122	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars »	98
Figure 123	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	98
Figure 124	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars »	99
Figure 125	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers Est sur la face inférieure pour le cultivar (Ghars).	100
Figure 126	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghars »	101
Figure 127	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	101
Figure 128	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars »	102
Figure 129	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	103
Figure 130	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghars »	103
Figure 131	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	104
Figure 132	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers l'Sud pour le cultivar « Ghars »	105
Figure 133	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	106

Figure 134	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar (Ghars).....	106
Figure 135	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	107
Figure 136	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers l'Sud pour le cultivar « Ghars »	108
Figure 137	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	109
Figure 138	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghars »	109
Figure 139	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Ghars »	110
Figure 140	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars »	110
Figure 141	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	111
Figure 142	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghars »	112
Figure 143	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	113
Figure 144	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars »	113
Figure 145	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	114
Figure 146	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghar »	114
Figure 147	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	115
Figure 148	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars »	116
Figure 149	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	117
Figure 150	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars »	117
Figure 151	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars »	118
Figure 152	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars »	118
Figure 153	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars »	119
Figure 154	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghars »	120
Figure 155	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles	120

	Médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».	
Figure 156	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers le Sud sur la face inférieure pour le cultivar (Ghars).	121
Figure 157	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».	122
Figure 158	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghar ».	123
Figure 159	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Nord sur la face inférieure pour le cultivar « Ghars ».	123
Figure 160	Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».	124

Sommaire

Liste des figures

1. Introduction générale	1
--------------------------------	---

Partie Bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur le palmier dattier

1.1. Introduction	4
1.2. Taxonomie de palmier dattier.....	4
1.3. Caractérisation de palmier dattier	5
1.3.1. Caractéristiques morphologiques/botaniques.....	5
1.3.1.1. Le système racinaire	5
1.3.1.2. L'appareil végétatif	5
1.3.1.3. L'appareil de reproduction.....	6
1.3.2. Caractéristiques biochimiques	6
1.3.2. Caractéristiques physiologiques	7
1.4. Cycle de développement	10
1.5. Importance économique de la culture de palmier dattier	10
1.5.1. Au niveau d'Algérie.....	11
1.5.2. Au niveau de Biskra.....	11
1.6. Itinéraires cultureux du palmier dattier	12
1.6.1. La multiplication	12
1.6.2. L'irrigation.....	13
1.6.3. Fertilisation	14
1.6.4. Pollinisation	15
1.7. Ennemies de la culture du palmier dattier	16
1.7.1. Les ravageurs	16
1.7.1.1. Boufaroua	16
1.7.1.2. Pyrale des dattes (<i>Ectomyelois ceratoniae</i>)	16
1.7.1.3. Cochenille blanche.....	16
1.7.2. Les maladies cryptogamiques	17
1.7.2.1. Le Bayoud (<i>Fusarium</i>).....	17
1.7.2.2. Le Khamedj (Pourriture des inflorescence)	17
1.7.2.3. Le Blâa (Pourriture du coeur)	18
1.7.3. Mauvaise herbes	18
1.8. Généralité sur les dattes.....	19

1.9. Exigences du palmier dattier	20
1.9.1. Exigences climatiques	20
1.9.2. Exigences en eau	20
1.9.3. Exigences nutritifs.....	20
1.10. Conclusion	21

Partie expérimentale

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

2.1. Introduction	22
2.2. Présentation de région d'étude.....	22
3.2. Matériels végétal.....	23
2.3. Méthodologie de travail	23

Chapitre 3 : Résultats et discussion

I. Cultivar : Deglet Nour.....	26
1. Face supérieure.....	26
1.1. Palmes : externes.....	26
1.1.1. Folioles : apicales.....	26
1.1.1.1. Orientation Est.....	26
1.1.1.2. Orientation Ouest.....	27
1.1.1.3. Orientation Nord.....	27
1.1.1.4 Orientation Sud.....	28
1.1.2. Foliole médiane.....	29
1.1.2.1. Orientation Est.....	29
1.1.2.2. Orientation Ouest	29
1.1.2.3. Orientation Nord.....	30
1.1.2.4. Orientation Sud	31
1.1.3. Foliole basale.....	31
1.1.3.1. Orientation EST	31
1.1.3.2. Orientation Ouest	32
1.1.3.3. Orientation Nord	33
1.1.3.4. Orientation Sud	34
1. Face supérieure.....	34
1.2. Palmes Médianes	34
1.2.1. Folioles : apicales.....	34
1.2.1.1. Orientation Est.....	34
1.2.1.2. Orientation Ouest.....	35
1.2.1.3. Orientation Nord.....	36
1.2.1.4. Orientation Sud.....	36
1.2.2. Foliole médiane	37
1.2.2.1. Orientation Est	37
1.2.2.2. Orientation Ouest.....	37
1.2.2.3. Orientation Nord.....	38

1.2.2.4. Orientation Sud.....	39
1.2.3. Folioles basales.....	39
1.2.3.1. Orientation Est.....	39
1.2.3.2. Orientation Ouest.....	40
1.2.3.3. Orientation Nord.....	41
1.2.3.4. Orientation Sud.....	41
1. Face supérieure.....	42
1.3. Palmes : internes.....	42
1.3.1. Folioles : apicales.....	42
1.3.1.1. Orientation : Est.....	42
1.3.1.2. Orientation Ouest.....	43
1.3.1.3. Orientation Nord.....	43
1.3.1.4. Orientation Sud.....	44
1.3.2. Folioles : médianes.....	44
1.3.2.1. Orientation : Est.....	44
1.3.2.2. Orientation : Ouest.....	45
1.3.2.3. Orientation : Nord.....	46
1.3.2.4. Orientation : Sud.....	46
1.3.3. Folioles : Basales.....	47
1.3.3.1. Orientation : Est.....	47
1.3.3.2. Orientation : Ouest.....	48
1.3.3.3. Orientation : Nord.....	48
1.3.3.4. Orientation : Sud.....	49
1. Face inférieure.....	50
1.1. Palmes : externes.....	50
1.1.1. Folioles : apicales.....	50
1.1.1.1. Orientation : Est.....	50
1.1.1.2. Orientation : Ouest.....	50
1.1.1.3. Orientation : Nord.....	51
1.1.1.4. Orientation : Sud.....	52
1.1.2. Folioles : médianes.....	52
1.1.2.1. Orientation : Est.....	52
1.1.2.2. Orientation : Ouest.....	53
1.1.2.3. Orientation : Nord.....	54
1.1.2.4. Orientation Sud.....	54
1.1.3. Folioles : basales.....	55
1.1.3.1. Orientation : Est.....	55
1.1.3.2. Orientation : Ouest.....	56
1.1.3.3. Orientation : Nord.....	56
1.1.3.4. Orientation : Sud.....	57
1. Face inférieure.....	58
1.2. Palmes : médianes.....	58
1.2.1. Folioles : apicales.....	58

1.2.1.1. Orientation : Est	58
1.2.1.2. Orientation : Ouest	58
1.2.1.3. Orientation : Nord.....	59
1.2.1.4. Orientation : Sud.....	60
1.2.2. Folioles : médianes	60
1.2.2.1. Orientation : Est	60
1.2.2.2. Orientation : Ouest.....	61
1.2.2.3. Orientation : Nord.....	62
1.2.2.4. Orientation Sud	62
1.2.3. Folioles : basales.....	63
1.2.3.1. Orientation : Est.....	63
1.2.3.2. Orientation : Ouest.....	64
1.2.3.3. Orientation : Nord.....	64
1.2.3.4. Orientation : Nord.....	65
1.3. Palmes : internes.....	66
1.3.1. Folioles : apicales.....	66
1.3.1.1. Orientation : Est.....	66
1.3.1.2. Orientation : Ouest.....	66
1.3.1.3. Orientation : Nord.....	67
1.3.1.4. Orientation Sud.....	68
1.3.2. Folioles : médianes	68
1.3.2.1. Orientation : Est	68
1.3.2.2. Orientation : Ouest.....	69
1.3.2.3. Orientation : Nord.....	70
1.3.2.4. Orientation : Sud	70
1.3.3. Folioles : basales.....	71
1.3.3.1. Orientation : Est	71
1.3.3.2. Orientation : Ouest.....	72
1.3.3.3. Orientation : Nord.....	73
1.3.3.4. Orientation Sud.....	73
II-cultiver : Ghars.....	75
1. Face supérieure	75
1.1. Palmes : externes.....	75
1.1.1. Folioles : apicales.....	75
1.1.1.1. Orientation : Est.....	75
1.1.1.2. Orientation : Ouest	76
1.1.1.3. Orientation : Nord.....	76
1.1.1.4. Orientation : Sud.....	77
1.1.2. Folioles : médianes	78
1.1.2.1. Orientation : Est	78
1.1.2.2. Orientation : Ouest	78
1.1.2.3. Orientation : Nord.....	79
1.1.2.4. Orientation : Sud.....	80

1.1.3. Folioles : basales	80
1.1.3.1. Orientation : Est.....	80
1.1.3.2. Orientation : Ouest.....	81
1.1.3.3. Orientation : Nord	82
1.1.3.4. Orientation : Sud.....	82
1. Face supérieure	83
1.2. Palmes : médianes.....	83
1.2.1. Folioles : apicales.....	83
1.2.1.1. Orientation : Est.....	83
1.2.1.2. Orientation : Ouest	84
1.2.1.3. Orientation : Nord.....	84
1.2.1.4. Orientation : Sud.....	85
1.2.2. Folioles : médianes	86
1.2.2.1. Orientation : Est	86
1.2.2.2. Orientation : Ouest.....	86
1.2.2.3. Orientation : Nord.....	87
1.2.2.4. Orientation : Sud	88
1.2.3. Folioles : basales.....	88
1.2.3.1. Orientation : Est	89
1.2.3.2. Orientation : Ouest.....	90
1.2.3.3. Orientation : Nord.....	90
1.2.3.4. Orientation : Sud.....	91
1. Face supérieure	91
1.3. Palmes : internes	91
1.3.1. Folioles : apicales.....	91
1.3.1.1. Orientation : Est	91
1.3.1.2. Orientation : Ouest	92
1.3.1.3. Orientation : Nord.....	92
1.3.1.4. Orientation : Sud	93
1.3.2. Folioles : médianes	94
1.3.2.1. Orientation : Est.....	94
1.3.2.2. Orientation : Ouest	94
1.3.2.3. Orientation : Nord.....	95
1.3.2.4. Orientation : Sud.....	96
1.3.3. Folioles : basales.....	96
1.3.3.1. Orientation : Est	96
1.3.3.2. Orientation : Ouest	97
1.3.3.3. Orientation : Nord.....	98
1.3.3.4. Orientation : Sud	99
II-cultiver : Ghars.....	100
1. Face inférieure	100
1.1. Palmes : externes.....	100
1.1.1. Folioles : apicales.....	100

1.1.1.1. Orientation : Est.....	100
1.1.1.2. Orientation : Ouest.....	100
1.1.1.3. Orientation : Nord.....	101
1.1.1.4. Orientation : Sud.....	102
1.1.2. Folioles : médianes.....	102
1.1.2.1. Orientation : Est.....	102
1.1.2.2. Orientation : Ouest.....	103
1.1.2.3. Orientation : Nord.....	104
1.1.2.4. Orientation : Sud.....	105
1.1.3. Folioles : basales.....	105
1.1.3.1. Orientation : Est.....	105
1.1.3.2. Orientation : Ouest.....	106
1.1.3.3. Orientation : Nord.....	107
1.1.3.4. Orientation : Sud.....	107
1. Face inférieure.....	108
1.2. Palmes : médianes.....	108
1.2.1. Folioles : apicales.....	108
1.2.1.1. Orientation : Est.....	108
1.2.1.2. Orientation : Ouest.....	109
1.2.1.3. Orientation : Nord.....	110
1.2.1.4. Orientation : Sud.....	110
1.2.2. Folioles : médianes.....	111
1.2.2.1. Orientation : Est.....	111
1.2.2.2. Orientation : Ouest.....	111
1.2.2.3. Orientation : Nord.....	112
1.2.2.4. Orientation : Sud.....	113
1.2.3. Folioles : basales.....	114
1.2.3.1. Orientation : Est.....	114
1.2.3.2. Orientation : Ouest.....	114
1.2.3.3. Orientation : Nord.....	115
1.2.3.4. Orientation : Sud.....	115
1. Face inférieure.....	116
1.3. Palmes : internes.....	116
1.3.1. Folioles : apicales.....	116
1.3.1.1. Orientation : Est.....	116
1.3.1.2. Orientation : Ouest.....	117
1.3.1.3. Orientation : Nord.....	118
1.3.1.4. Orientation : Sud.....	118
1.3.2. Folioles : médianes.....	119
1.3.2.1. Orientation : Est.....	119
1.3.2.2. Orientation : Ouest.....	119
1.3.2.3. Orientation : Nord.....	120
1.3.2.4. Orientation : Sud.....	121

1.3.3. Folioles : basales.....	121
1.3.3.1. Orientation : Est.....	121
1.3.3.2. Orientation : Ouest	122
1.3.3.3. Orientation : Nord.....	123
1.3.3.4. Orientation : Sud	124
Conclusion générale	125
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Introduction

Le palmier dattier, *Phoenix dactylifera*L., est la composante principale de l'écosystème oasien des régions arides et semi-arides à travers le monde (Fki et al., 2010). Il occupe une place stratégique dans l'économie de l'Algérie notamment dans le sud. En effet, la datte représente environ 9 % des exportations agricoles et génère une variété et des sous-produits, tant culinaires qu'artisanaux et dans le domaine de la menuiserie, qui contribuent de manière significative aux revenus (Bouguedoura et al., 2010). Selon la FAO (2018), l'Algérie se compte parmi les principaux pays producteurs de dattes, avec une production nationale estimée à 1,058,559 tonnes et un rendement moyen de 63,136 kg par pied. De plus, la phoéniculture s'étend sur 167,663 hectares, les régions de Biskra et d'El-Oued représentant seules 52% de cette superficie (Belaroussi, 2019). En 2020, la datte a contribué à un revenu de 71 millions de dollars (Direction générale de la Chambre algérienne de commerce et d'industrie (CACI)).

Le rendement quantitatif et qualitatif des dattes dépend principalement du type, des paramètres morphologiques et physiologiques des cultivars ainsi que leurs adaptations aux conditions environnementales locales (Sedra, 2003). L'étude des performances physiologiques (lacroissance végétative, l'activité photosynthétique,...) des différents cultivars est primordiale pour assurer la bonne production.

En effet, l'activité photosynthétique est un indicateur clé qui influence la productivité des palmiers dattiers ainsi que leur adaptation aux exigences environnementales (Shareef et al., 2020). Dans ce contexte, l'évaluation de la teneur en chlorophylle ; pigment vert présent dans les feuilles revêt une importance particulière et cruciale dans le processus de la photosynthèse, permettant aux feuilles de capter l'énergie lumineuse nécessaire à la croissance et au développement de l'arbre. Ainsi, une teneur en chlorophylle adéquate est généralement associée à une bonne santé et de haut rendement (Tanaka and Ryouichi, 2006).

Le palmier dattier occupe une place majeure à Biskra, où sa culture s'étend sur une superficie totale de 124 826 hectares. Cette région représente également environ 42 % de la superficie totale dédiée à la culture du palmier dattier en Algérie.

Avec 3,5 millions de palmiers, soit près de 30 % de l'ensemble de la filière nationale, la contribution de Biskra à la production de dattes est incontestable (BENHARRAT, 2022). Cependant, face au changement climatique et à la raréfaction des ressources, les variétés des palmiers dattier présentent des performances plus faibles.

Dans ce contexte, la question centrale qui se pose est la suivante :

Quelle est la teneur en chlorophylle des feuilles chez les cultivars du palmier dattier cultivés dans la région de Biskra pour une éventuelle identification et caractérisation et amélioration des rendements? Cette teneur varie-t-elle en fonction de l'état sanitaire et du génotype des palmiers ? Influence-t-elle sur l'absorption de la lumière... ?

Dans le présent travail, on essaye de répondre à cette multitude de questions ; qui vise à effectuer une évaluation quantitative de la teneur en chlorophylle chez différents cultivars du palmier dattier cultivés dans la région de Biskra, dans le but de mieux comprendre leurs capacités de production et de tolérance aux stress, et d'orienter la sélection vers les variétés les plus adaptées.

Globalement, cette étude s'articule autour des objectifs suivants :

1- Quantifier numériquement la teneur en chlorophylle contenue dans les feuilles chez différents cultivars du palmier dattier.

2- Comparer les niveaux de chlorophylle entre différents cultivars du palmier dattiers afin d'identifier la différence entre les cultivars et de sélectionner les variétés les plus productives.

3- Définir la meilleure position et orientation des palmes sur les pieds qui assurent une meilleure absorption / réflectance des rayons lumineux.

4- Éprouver les meilleurs rayons absorbés par ce type de palmes.

En effet, ce travail repose sur trois chapitres ; Le premier présente une synthèse bibliographique sur le palmier dattier abordant : sa description botanique, ses exigences écologiques, les techniques culturales commises, la diversité variétale, les caractéristiques morphologiques et physiologiques, ainsi que l'importance économique et sociale du palmier dattier dans le monde et en Algérie.

Le second illustre la démarche méthodologique suivie, basée sur une simulation numérique via le logiciel MESURIM_PRO_08. Il présente le matériel et les méthodes utilisées, le site d'étude, le matériel végétal analysé et le protocole de mesure de la teneur en chlorophylle par ce logiciel. En fin le troisième chapitre rassemble les résultats obtenus et leurs interprétations. Une analyse et une discussion approfondie des résultats sont également proposées. Ce travail est borné par une conclusion générale qui synthétise les principales réflexions et ouvre sur les perspectives de recherches futures proposées.

Partie

Bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur le palmier dattier

1.1. Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une culture d'une importance socio-économique majeure dans les régions arides et semi-arides du monde, en particulier dans les oasis du de la région des Zibans (Benzouche, 2017).

Cependant, la productivité et la qualité des dattes sont étroitement liées à l'état physiologique des palmiers, qui dépend en grande partie de leur teneur en chlorophylle¹. Par conséquent, l'évaluation de la teneur en chlorophylle des palmiers dattiers revêt une importance majeure pour garantir leur santé, détecter les stress environnementaux ou nutritionnels, et optimiser les pratiques culturales afin de maximiser les rendements.

Ce chapitre théorique couvrira d'abord les bases du palmier dattier : taxonomie, morphologie, contraintes et exigences. Ensuite, nous explorerons la chlorophylle : structure, formes et rôle dans la photosynthèse, en mettant l'accent sur le palmier dattier. Enfin, nous discuterons de l'importance de mesurer précisément cette teneur, tant d'un point de vue agronomique qu'écologique, dans les palmeraies de la région de Biskra

1.2. Taxonomie de palmier dattier

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une espèce dioïque, monocotylédone, arborescente appartenant à la famille des « Palmacées » ou Arécaceae (Munier, 1973). Selon (Riedacker, 1993), cet arbre est représentée par 200 genres et 2700 espèces réparties en six sous familles. La classification botanique du palmier dattier, donnée par (Munier, 1973) est la suivante:

- **Embranchement** : Phanérogames
- **Sous-embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Monocotylédones
- **Groupe** : Phoenocoides
- **Famille** : Arecaceae (anciennement Palmaceae)
- **Sous-famille** : Coryphoideae
- **Genre** : Phoenix

¹ La chlorophylle, pigment vert présent dans les feuilles, joue un rôle crucial dans le processus de photosynthèse en captant l'énergie lumineuse nécessaire à la production de biomasse et de sucres.

- **Espèce** : Phoenix dactylifera L.

1.3. Caractérisation de palmier dattier

1.3.1. Caractéristiques morphologiques/botaniques

On distingue 3 parties, un système racinaire, un organe végétatif comprenant le tronc et les feuilles, et un organe reproductif composé d'inflorescences mâles ou femelles. Les caractéristiques quantitatives et qualitatives de ces organes peuvent varier. Il est envisageable de caractériser les différentes variétés de plantes en comparant la plupart de ces paramètres, ce qui forme des indices taxonomiques distinctifs (Sedra, 2003).

1.3.1.1. Le système racinaire

Le système racinaire du palmier est dense et fasciculé, avec différents types de racines dont le diamètre ne dépasse pas 1,5 cm. Ces racines, dépourvues de poils absorbants, émergent partiellement du sol jusqu'à 50 cm de la base du tronc. Elles sont organisées en racines du premier ordre (auxirhyzes), émettant des racines du deuxième ordre (mésorhyses), puis des racines de troisième ordre (brachyrhyses). (Munier, 1973) Ces racines peuvent présenter des pneumatodes, des petites plaques verrues respiratoires. Leur développement dépend du mode de culture, des caractéristiques du sol, de la nappe phréatique, du cultivar et du système de culture. Verticalement, les racines peuvent atteindre jusqu'à 8 à 15 m de profondeur, tandis qu'horizontalement, elles forment un réseau dense s'étendant jusqu'à 30 m ou plus, selon la densité de plantation (Sedra, 2003).

1.3.1.2. L'appareil végétatif

L'appareil végétatif du palmier comprend le tronc, les bourgeons et les feuilles.

Le tronc, non ramifié, est cylindrique, lignifié et de couleur marron brun. Il peut atteindre plus de 30 mètres de hauteur et est souvent recouvert par des cicatrices de feuilles coupées. Les bourgeons axillaires situés à l'aisselle de chaque palme peuvent donner naissance à des rejets ou des inflorescences. Les feuilles jeunes ont un pétiole et un limbe entier, tandis que les feuilles adultes présentent un pétiole bien développé et un limbe penné découpé en folioles composées, avec des épines solitaires et/ou groupées (Munier, 1973; Sedra, 2003; Toutain, 1967).

1.3.1.3. Appareil de reproduction

L'appareil de reproduction du palmier dattier se compose des spathes ou inflorescences, des fleurs et des fruits.

Les spathes, en forme de grappes d'épis, abritent les inflorescences mâles ou femelles, portées par des palmiers différents. Elles sont vert-jaunâtre et se forment à partir de bourgeons développés à l'aisselle des palmes (Munier, 1973).

Les fleurs, unisexuées, ont un pédoncule court et sont de couleur ivoire ou jaune-verdâtre selon le sexe et le cultivar. La fleur femelle est globulaire et comprend un calice court, trois sépales soudés, une corolle de trois pétales et six étamines avortées. La fleur mâle est légèrement allongée, avec un calice court, trois sépales soudés, une corolle de trois pétales et six étamines. Les fleurs mâles sont généralement blanches crème (Ben Abdallah, 1990).

Le fruit est une baie contenant une graine, communément appelée noyau. Après fécondation, l'ovule évolue pour donner un fruit vert, puis mûrit pour atteindre sa taille Normale de datte. Le fruit peut évoluer sur 100 à 250 jours selon les variétés et les conditions environnementales (Sedra, 2003).

La figure 1 présente une figuration schématique de la morphologie de palmier dattier.

1.3.2. Caractéristiques biochimiques

La datte, riche en pulpe et en noyau, est un fruit très énergétique, fournissant jusqu'à cinq fois plus de calories que d'autres fruits (Munier, 1973).

- La pulpe de la datte, contient entre 80 et 95 % du poids total du fruit, avec une forte teneur en eau et en sucres (MATALLAH, 2010)
- La teneur en eau varie de 10 à 40 % du poids frais, selon le stade de maturation et les conditions climatiques (Estanove, 1990).
- Les sucres représentent entre 40 et 80 % du poids de la pulpe fraîche et comprennent principalement le saccharose, le glucose et le fructose (Al-Shahib and Marshall, 2003)
- La datte contient également des protéines, des lipides, des éléments minéraux, des fibres, des vitamines, des composés phénoliques, des substances aromatiques, des acides organiques et des pigments (Belguedj, 2002; Mansouri *et al.*, 2005).

- Le noyau, représentant 7 à 30 % du poids total de la datte, est également riche en sucres, protéines, fibres, composés phénoliques, matières grasses et éléments minéraux (Besbes *et al.*, 2004).

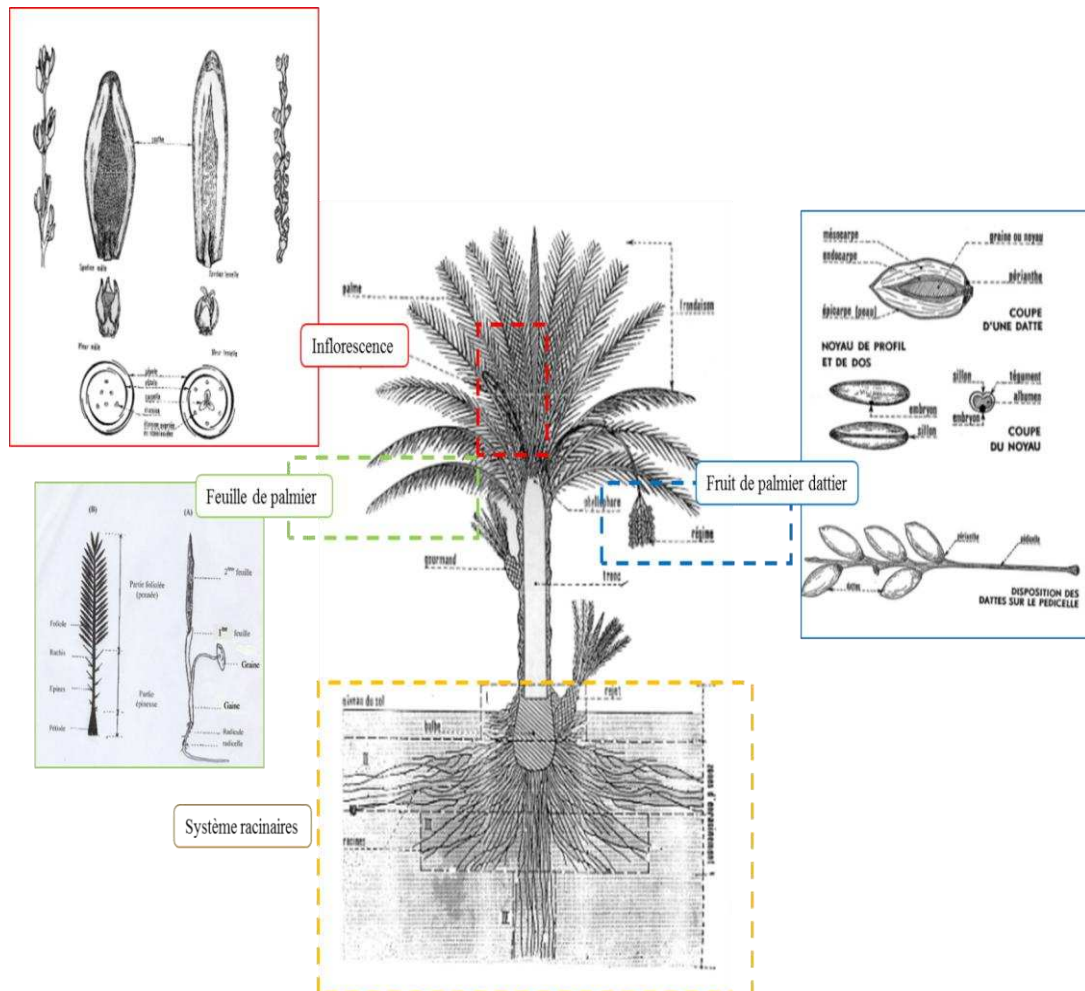


Figure 1 : La morphologie du palmier dattier. (Munier, 1973; Sedra, 2003)

1.3.2. Caractéristiques physiologiques

La photosynthèse dans les feuilles de palmier dattier est un processus vital qui soutient la croissance et le développement de la plante. Ces feuilles jouent un rôle crucial dans la photosynthèse, qui est le processus par lequel les plantes convertissent l'énergie lumineuse du soleil en énergie chimique sous forme de glucose (Org Kruse *et al.*, 2019). La chlorophylle est essentielle à la photosynthèse des plantes. Ce pigment absorbe l'énergie lumineuse pour convertir le dioxyde de carbone et l'eau en glucose et en oxygène (voir la figure 3).

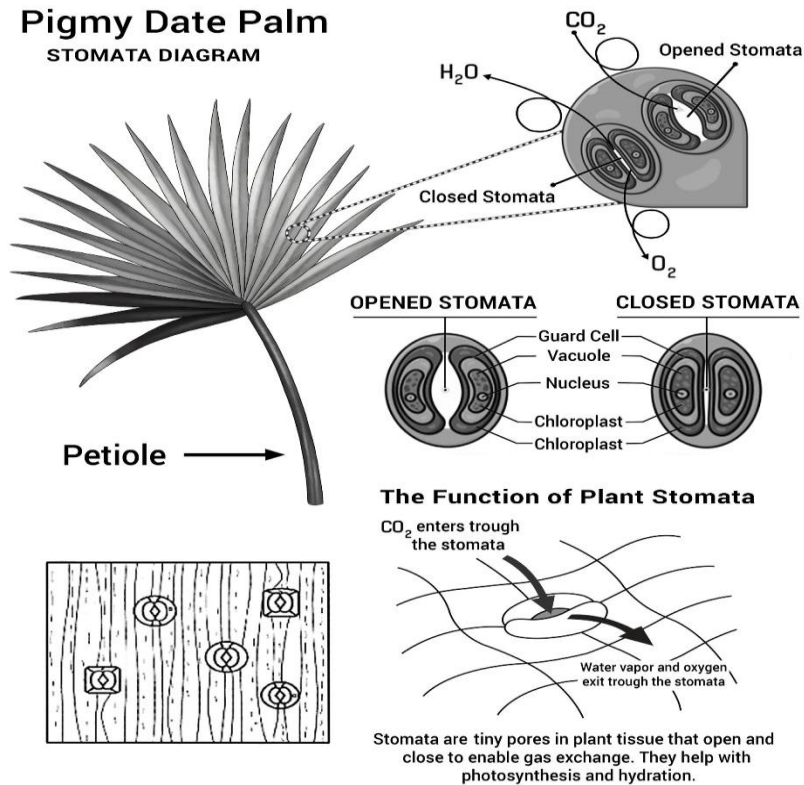


Figure 2 : Processus photosynthèse de la feuille de palmier dattier.

La chlorophylle *a* et *b* jouent des rôles spécifiques dans ce processus. La chlorophylle *a* est le pigment majeur et elle est présente chez tous les organismes photosynthétiques qui émettent l'oxygène la chlorophylle permet aux plantes de produire leur propre nourriture et de libérer de l'oxygène (Jean Baptise Féret, 2009).

Les principales différences entre la chlorophylle (*a*) et (*b*) résident dans leurs spectres d'absorption. La chlorophylle (*a*) absorbe la lumière violet-bleu et orange-rouge, tandis que la chlorophylle *b* absorbe également la lumière violet-bleu et orange-rouge, mais avec une légère différence de plage. De plus, la chlorophylle (*a*) a une couleur vert bleuté, tandis que la chlorophylle (*b*) produit une couleur verte jaunâtre. Sur le plan structural, elles diffèrent par les groupes latéraux attachés au troisième atome de carbone : la chlorophylle (*a*) possède un groupe méthyle et la chlorophylle (*b*) possède un groupe aldéhyde². La chlorophylle (*a*) joue un rôle central en tant que donneur d'électrons primaire dans la chaîne de transport d'électrons lors de la photosynthèse, tandis que la chlorophylle *b* élargit le spectre d'absorption des

²<https://byjus.com/biology/difference-between-chlorophyll-a-and-chlorophyll-b/>
<https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-chlorophyll-a-and-chlorophyll-b/>

organismes, leur permettant d'absorber plus d'énergie de la lumière bleue, surtout chez les plantes adaptées à l'ombre (voir la figure 4).

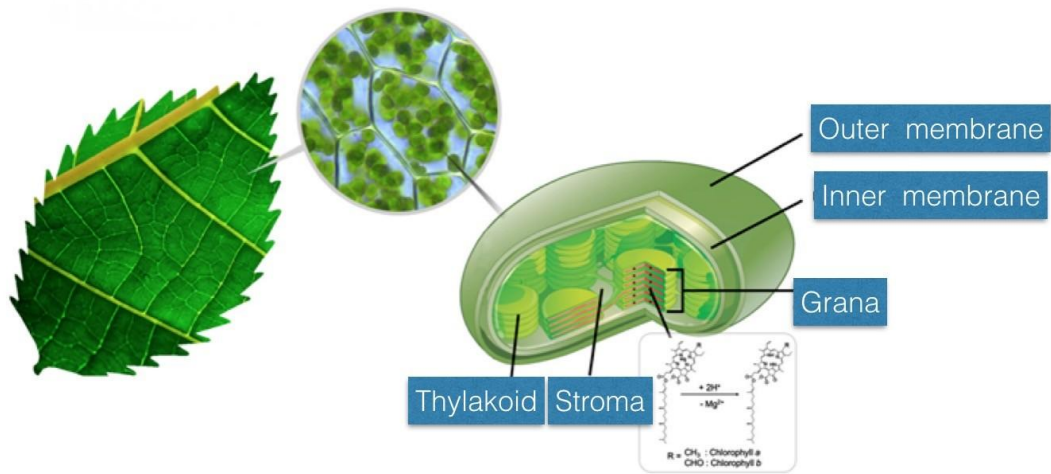


Figure 3 : Figuration de pigment de chlorophylle présent dans les feuilles des plantes.

L'insecte de cochenille blanche se nourrit de la sève de la plante et injecte une toxine qui altère le métabolisme ; de plus, l'encroûtement des feuilles diminue la respiration et la photosynthèse. Dans ce contexte, mesurer la teneur en chlorophylle est crucial pour évaluer la santé des plantes, détecter les stress, les carences en nutriments et surveiller la photosynthèse.

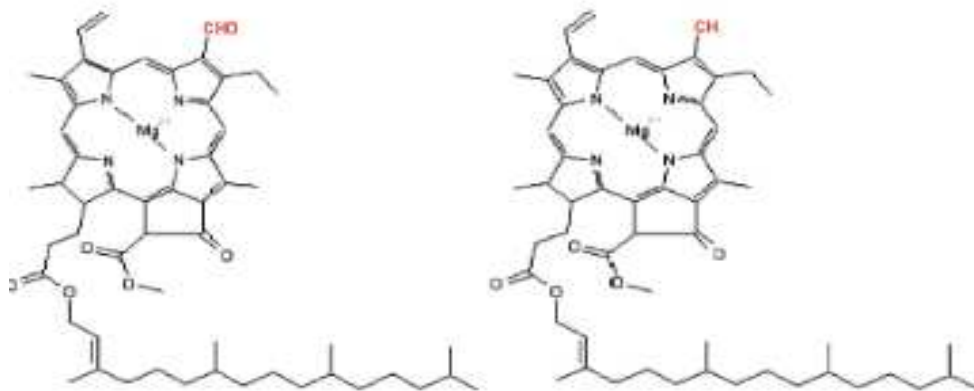


Figure 4 : Structure chimiques des chlorophylles a (à gauche) et b (à droite). (Jean Baptise Féret, 2009)

Cela permet d'optimiser les pratiques agricoles pour améliorer les rendements et la qualité des cultures (Jean Baptise Féret, 2009).

1.4. Cycle de développement

Le palmier dattier en Algérie passe généralement par quatre phases de développement (TAHRI Kenza, 2018) :

1. **Phase jeune** : De la plantation aux premières productions, d'une durée de 5 à 7 ans selon les conditions environnementales et les soins apportés à la culture.
2. **Phase juvénile** : Période de pleine production, atteinte aux environs de 30 ans d'âge du palmier.
3. **Phase adulte** : Début de la décroissance de la production, généralement vers l'âge de 60 ans, surtout si le palmier est soumis à des conditions de culture médiocres.
4. **Phase de sénescence** : À partir de 80 ans et plus, marquée par une chute de la production.

1.5. Importance économique de la culture de palmier dattier

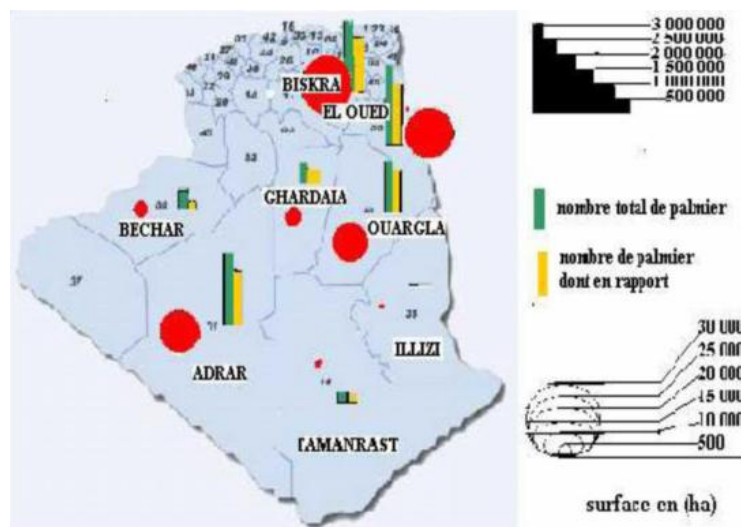


Figure 5 : Nombre et surface de culture des palmiers dattiers en Algérie. (BENAFOU et al., 2023)

A l'échelle mondiale, la culture des palmiers dattiers s'étend sur une superficie totale de 1 092 104 hectares, avec une production mondiale de 8 526 218 tonnes. Les dattiers sont cultivés dans diverses régions du monde, notamment en Asie (648 372 ha), en Afrique (435 763 ha), en Europe (947 ha) et en Amérique (7 022 ha) (FAO, 2020). Les principales régions productrices sont l'Asie et l'Afrique, qui représentent respectivement 55,8 % et 43,4 % de la récolte mondiale.

1.5.1. Au niveau d'Algérie

En Algérie, la culture des palmiers-dattiers est significative, avec plus de 18 millions d'arbres couvrant une superficie de 163 985 hectares, plaçant le pays après les Émirats Arabes Unis, l'Arabie saoudite et l'Irak (Benziouche, 2017). Deglet Nour est particulièrement la variété la plus cultivée dans 12 wilayas, avec près de 6 998 143 arbres. D'autres variétés telles que Ghers et Degla Beida sont également produites, totalisant plus de 11 millions d'arbres dans les zones de culture de palmiers en Algérie (Belabes *et al.*, 2014). Les aires phoenicoles sont réparties sur 9 wilayas sahariennes à savoir: Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf (figure 5) (Belguedj *et al.*, 2015).

1.5.1. Au niveau de Biskra

La région de Biskra, située dans la région du Ziban en Algérie, se distingue comme l'un des principaux centres de production de dattes dans le pays. Renommée pour ses magnifiques oasis de piémont, telles que Tolga, Sidi-Okba et Mchouneche, cette région est principalement reconnue pour la culture de l'excellente variété de dattes appelée Deglet Nour, comme le souligne (Belguedj, 2002).

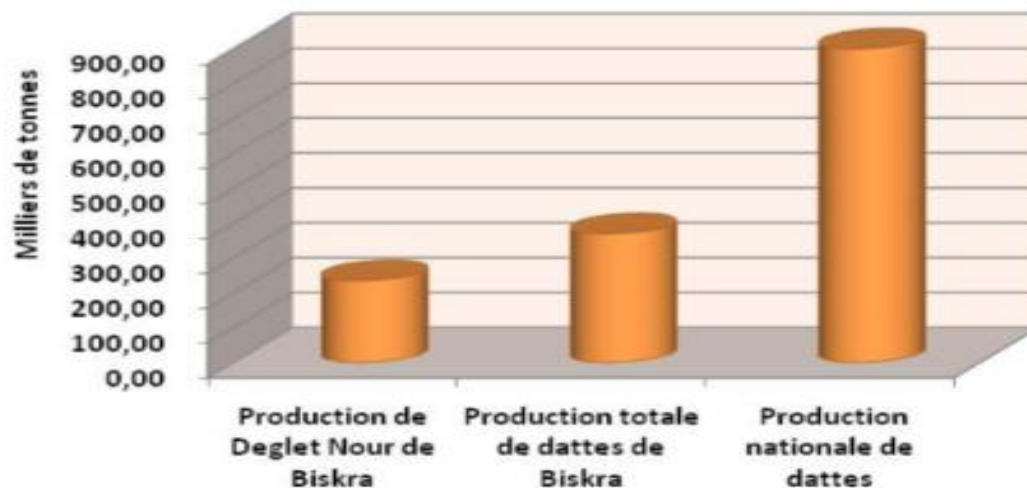


Figure 6 : La production des dattes dans la wilaya de Biskra en 2015. (Benziouche, 2017)

Selon les données du DSA pour l'année 2018, les dix principaux producteurs ont conjointement produit environ 28 000 015 quintaux de produits agricoles. Parmi eux, la commune de Tolga se distingue avec plus de 229 560 palmiers, ayant généré une production de 344 340 quintaux lors de la saison 2016-2017, comme indiqué par

(BENAFOU et al., 2023). La figure 6 présent le rendement en milliers de tonnes de la production des dattes à Biskra en 2015.

1.6. Itinéraires culturale du palmier dattier

1.6.1. La multiplication

La multiplication du palmier dattier par voie sexuée présente des défis en raison de sa nature hétérozygote et dioïque, produisant des plantes très hétérogènes. Bien que cette méthode ait été à l'origine des palmeraies et des variétés, elle a été abandonnée depuis longtemps au profit de la multiplication végétative par des rejets ou jebbars.

Les rejets, développés à partir des bourgeons axillaires, sont largement utilisés pour la multiplication du palmier dattier (Figure 7). Des recherches ont montré que la densité de plantation dépend de plusieurs facteurs, notamment le cultivar, l'éclaircissement, la région et le climat. De plus, les techniques de culture in vitro offrent un potentiel prometteur pour la multiplication en masse de variétés résistantes et la régénération du matériel végétal (Ben Abdallah, 1990; Sedra, 2003) (voir la Figure 8).



Figure 7 : Rejet d'un palmier dattier.

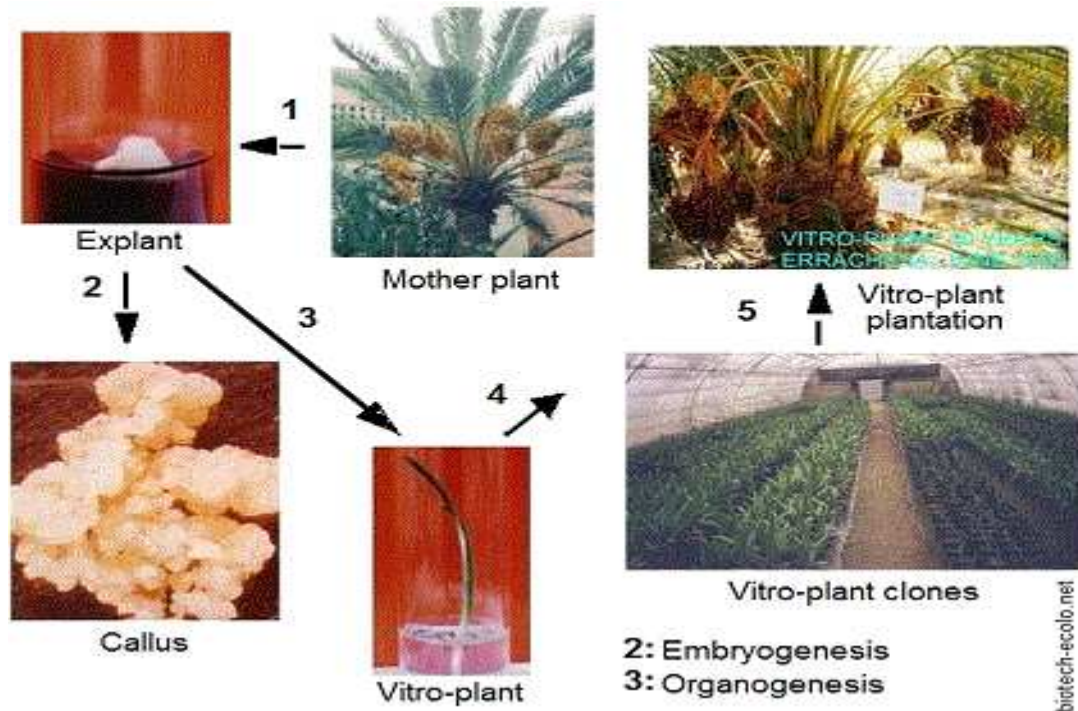


Figure 8 : Vitro-plants du palmier dattier obtenus par culture des tissus in vitro. (biotech-ecolo, 2008).

1.6.2. Irrigation

Dans les régions où le palmier dattier est cultivé, caractérisées par des conditions climatiques arides et des sols filtrants, l'eau d'irrigation joue un rôle crucial. Elle humidifie le sol pour répondre aux besoins hydriques des palmiers et permet également de dessaler le terrain avant et après la plantation (Ben Abdallah, 1990).

Il est recommandé d'irriguer abondamment plutôt que plus souvent à petites doses dans les zones sahariennes. Les besoins en eau du palmier dattier varient selon les saisons et les conditions locales. En général, il est conseillé d'irriguer environ tous les 3 à 6 jours en été et tous les 10 à 15 jours en hiver. Ces fréquences peuvent varier en fonction des cultures intercalaires et des conditions spécifiques de chaque plantation.

Pour assurer une répartition efficace de l'eau dans le sol, diverses techniques peuvent être utilisées, telles que le nivellement des planches, l'utilisation de petits barrages en chicanes, ou encore l'utilisation de cuvettes d'irrigation (figure 9). Des outils comme les sondes agrologiques ou les sondes à neutrons peuvent également être employés pour évaluer l'humidité du sol et améliorer la gestion de l'irrigation (Toutain, 1967).

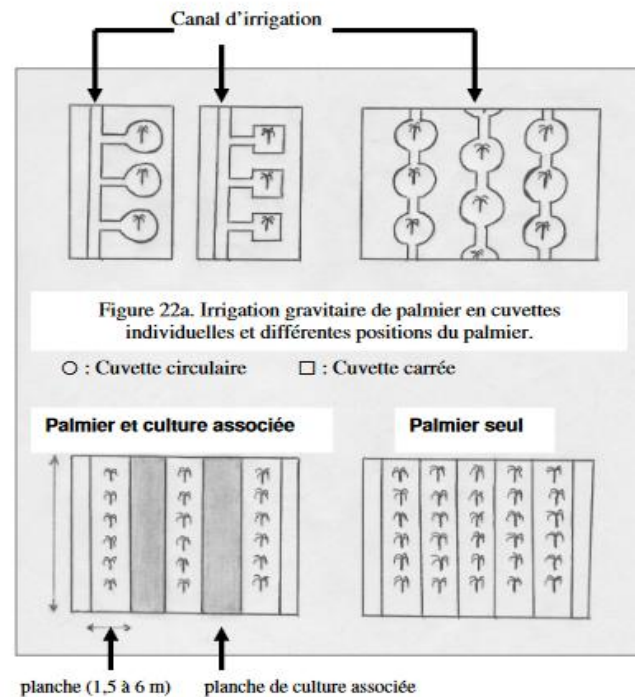


Figure 9 : exemple d'irrigation (irrigation gravitaire) dans les palmeraies Algérienne. (Sedra, 2003).

1.6.3. Fertilisation

La fertilisation joue un rôle crucial dans l'augmentation de la productivité des palmiers dattiers et dans l'amélioration de la qualité de leur production. Cependant, pour obtenir des effets positifs et significatifs, il est essentiel de suivre un calendrier approprié d'application de fertilisants, en ajustant la fréquence, la quantité et la qualité en fonction de divers facteurs tels que la texture du sol, la méthode d'irrigation, l'âge des palmiers et les systèmes d'exploitation agricole (Ben Abdallah, 1990; Sedra, 2003)

En ce qui concerne la fertilisation en cas d'irrigation gravitaire, deux principales méthodes sont utilisées : la fertilisation organique et la fertilisation minérale (Toutain, 1967).

- 1- **Fertilisation organique** : Elle utilise du fumier domestique ou de ferme, ainsi que parfois du compost ou de l'engrais vert. Les doses varient selon l'âge des arbres et sont appliquées autour du tronc ou enfouies dans des tranchées, généralement après la récolte des dattes.
- 2- **Fertilisation minérale** : Des fertilisants minéraux sont répandus autour du tronc et enfouis dans le sol, en tenant compte de l'âge des palmiers. Les doses peuvent être ajustées en fonction d'autres sources de fertilisation, comme l'eau d'irrigation ou le fumier

1.6.4. Pollinisation

La fructification des palmiers dattiers est influencée par leur caractère dioïque et leur mode de reproduction allogame (Ben Abdallah, 1990). La période de floraison varie selon le cultivar et la région, généralement entre février et avril en Afrique du Nord (Munier, 1973).

Selon Sedra, (2003) et Munier (1973), Trois méthodes de pollinisation sont utilisées dans les palmeraies :

Pollinisation traditionnelle : consiste à déposer manuellement des grains de pollen dans les inflorescences femelles à l'aide d'épillets mâles. Cette méthode nécessite beaucoup de main-d'œuvre et est moins efficace que les méthodes semi-mécanisée et mécanique.

Pollinisation semi-mécanisée : consiste des appareils spéciaux pour déposer le pollen sur les inflorescences femelles à partir du sol. Cette méthode nécessite une préparation préalable du pollen et offre des rendements plus élevés que la pollinisation traditionnelle.

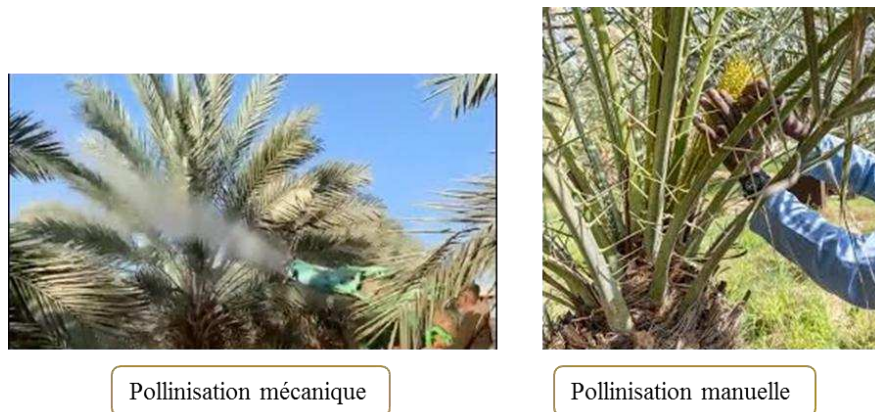


Figure 10 : Les méthodes de pollinisation dans les palmeraies. (Fahim Hdach, 2020 ; Yummy-z, 2021).

Pollinisation mécanique : elle nécessite des machines spéciales pour déposer le pollen sur les inflorescences. Cette méthode est plus rentable en termes de main-d'œuvre et de quantité de pollen utilisé (Figure 10).

1.7. Ennemies de la culture du palmier dattier

La culture du palmier dattier est confrontée à des défis majeurs, notamment des problèmes phytosanitaires dus à des ravageurs, à des maladies et aux mauvaises herbes, qui entravent sa croissance et sa propagation. Ces problèmes ont des conséquences graves sur la production de dattes, causant d'importantes pertes économiques pour les agriculteurs (Doumandji, 1981).

1.7.1. Les ravageurs

1.7.1.1. Boufaroua

L'acarien *Oligonychus afrasiaticus* attaque surtout la variété "Deglet Nour". Les fruits contaminés sont reliés les uns aux autres par des fils lâches et soyeux formant une toile soyeuse blanche ou grisâtre qui prend rapidement la couleur du sable ou de la poussière qui y reste attachée (Abdeekader, 2008; Munier, 1973).

1.7.1.1. Pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*)

La pyrale des dattes, une espèce polyphage et largement répandue, est considérée comme une menace majeure. Les femelles pondent leurs œufs sur les fruits, et les larves qui en émergent pénètrent à l'intérieur, se nourrissant du fruit jusqu'au noyau (Munier, 1973).

1.7.1.1. Cochenille blanche

La cochenille blanche du palmier dattier (*Parlatoria blanchardi* Targ) est un insecte appartenant à la famille des Diaspididae (Toutain, 1967). Ce ravageur colonise toutes les parties du palmier, notamment les folioles, le rachis, la hampe florale et même les fruits (figure 11). En se nourrissant de la sève de la plante, l'insecte injecte une toxine qui perturbe son métabolisme (Saighi *et al.*, 2015). De plus, l'encroûtement des feuilles entraîne une diminution de la respiration et de la photosynthèse (Bounaga N and Djerbi M, 1990).

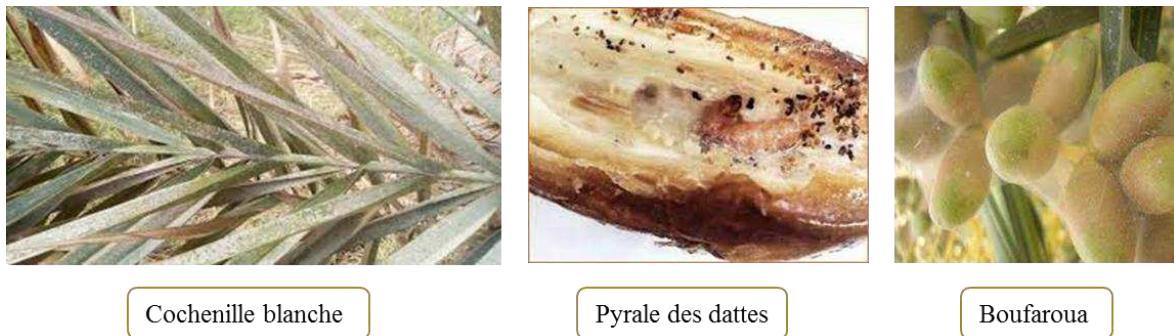


Figure 11 : les ravageurs attaquant les palmier dattier dans la région des Zibans.(BEN AISSA and BEN SAHLA, 2018; Asmae *et al.*, 2022)

1.7.2. Les maladies cryptogamiques

1.7.2.1. Le Bayoud (*Fusarium*)

La maladie du Bayoud, principalement causée par le champignon *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis*, provoque un blanchissement et un dessèchement progressif des palmes du palmier dattier (Bouguedoura *et al.*, 2010). Cette maladie, apparue en Algérie en 1898, menace maintenant plusieurs régions, notamment le M'Zab et le Sud-Est, où se trouvent les principales palmeraies algériennes, en particulier la variété Deglet-Nour (Bounaga N et Djerbi M, 1990). La seule méthode de lutte actuelle consiste à rechercher des variétés résistantes, bien que cette tâche soit complexe (Munier, 1973). Les mesures de lutte contre le Bayoud incluent des approches prophylactiques telles que l'interdiction d'importer du matériel végétal et des sols infectés, ainsi que des méthodes génétiques et biologiques, telles que l'utilisation de variétés résistantes et le compostage des sous-produits du palmier dattier pour éliminer le champignon des sols (Hakkou et al., 2012).

1.7.2.2. Le Khamedj (Pourriture des inflorescence)

La maladie est causée par le champignon *Mauginiella scaettae*, qui affecte les inflorescences du palmier dattier, provoquant leur pourriture au printemps. Le premier symptôme se révèle par l'apparition d'une ou de deux tâches rouilles ou brunes à la surface externe des spathe fermées (Abdeekader, 2008) (voir la Figure 12).

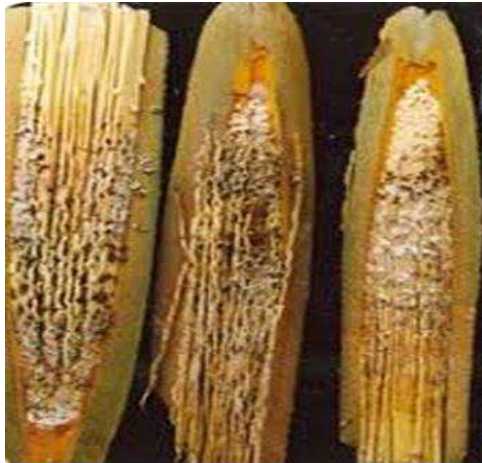
La lutte implique la surveillance attentive pendant la floraison, la combustion des inflorescences affectées et l'application de pulvérisations cupriques sur le cœur du palmier. Dans les palmeraies fortement touchées, deux pulvérisations cupriques sont recommandées après la récolte et avant la floraison pour une lutte généralisée (Sedra, 2003; Toutain, 1967).

1.7.2.2. Le Blâa (Pourriture du coeur)

Selon Dakhia *et al.*, (2013), la maladie de pourriture du cœur, également connue sous le nom de blaâ, est souvent due à un mauvais drainage. Elle se manifeste par un blanchissement des palmes du cœur et une pourriture humide rapide, généralement mortelle. Les symptômes incluent la destruction du cœur du palmier, créant un creux en forme de crête volcanique.

1.7.3. Mauvaise herbes

Le Diss (*Imperata cylindrica*) et le Chiendent (*Cynodon dactylon*) sont des mauvaises herbes courantes dans les régions des Ziban et de l'Oued Righ. En plus de rivaliser avec les palmiers pour les nutriments et l'eau, ils servent d'hôtes à divers ravageurs et maladies. Leur prolifération envahit les palmeraies et dégrade le paysage des oasis. Les roseaux (*Phragmites communis*), également présents à Oued Righ, Ouargla et au Souf, agissent également comme hôtes pour les ravageurs, en particulier le Boufaroua (Dakhia *et al.*, 2013).



Maladie de Khamedj



Maladie de Byoud

Figure 12 : Les dégâts des maladies cryptogamiques des palmiers dattiers. (internet et (Dakhia et al., 2013))

1.8. Généralité sur les dattes

La datte, également connue sous le nom de « Tmar » en arabe, se compose d'une partie comestible, la pulpe, et d'une partie non comestible, le noyau. La pulpe représente 10 à 30% du poids de la datte et est entourée de trois enveloppes (Bounaga N and Djerbi M, 1990). Selon (Munier, 1973), la datte se forme à partir du développement d'un des deux carpelles après la fécondation de l'ovule, soit naturellement, soit artificiellement.

Son développement passe par plusieurs stades (AMRANI, Abdelmalek and Abdelkader, 2019) (figure 13) :

- a) **Hababouk (loulou)** : juste après la fécondation, le fruit est entièrement recouvert par le périanthe et croît lentement.
- b) **Kimri (khalal)** : caractérisé par une couleur verte, une croissance rapide du fruit, une augmentation de la concentration de tanins et d'amidon, ainsi qu'une légère augmentation des sucres totaux.
- c) **Khalal (bser)** : le fruit passe du vert au jaune clair, puis au jaune, au rose ou au rouge selon les variétés. Cette phase est marquée par une augmentation rapide des sucres totaux et une diminution de l'eau.

- d) **Routab** : la couleur jaune ou rouge devient foncée ou noire. Ce stade est caractérisé par la perte de la turgescence du fruit, l'insolubilisation des tanins et une augmentation des monosaccharides.
- e) **Tamr** : stade final de maturation, marqué par une perte importante d'eau qui



assure la conservation du fruit.

Figure 13 :Figuration des différents stades de développement des dattes. (AMRANI, Abdelmalek and Abdelkader, 2019).

1.9. Exigences du palmier dattier

1.9.1. Exigences climatique

Le Palmier dattier exige des étés chauds et sans pluie ni humidité élevée pour 5 à 7 mois, depuis la pollinisation jusqu'à la récolte (Sedra, 2003). Le palmier dattier est adapté aux écarts de température des climats sahariens. Il résiste bien au froid en dehors de la période de floraison à maturation. Il peut supporter des températures extrêmes, atteignant jusqu'à 56°C, lorsqu'il est correctement irrigué (Toutain, 1967).

De plus, il nécessite (Toutain, 1967) :

- Une température élevée est essentielle pour déclencher la floraison
- Une chaleur estivale prolongée et une faible humidité relative pour mûrir correctement, les dattes nécessitent
- Une faible précipitation puisqu'il peuvent causer des dommages aux fruits, tels que des éclatements, des noircissements et des moisissures.

- Une exposition maximale à la lumière pour une bonne production de fruits. Les palmiers les mieux éclairés produisent généralement les meilleures récoltes dans les palmeraies.

1.9.2. Exigences en eau

La culture du palmier dattier requiert une irrigation abondante en raison de son rythme de croissance soutenu et de sa production de dattes. Les besoins en eau varient selon le climat, le sol et d'autres facteurs environnementaux. Le palmier dattier peut survivre à la sécheresse en réduisant sa production et en puisant dans les réserves d'humidité du sol. Il peut également tolérer des eaux d'irrigation salées jusqu'à un certain seuil (Toutain, 1967).

En Algérie, Le volume d'eau nécessaire par exemple pour la région d'Oued Righ, peut être d'environ 28 000 m³/ha/an et dans les Zibans d'environ 15 000 m³/ha/an (Toutain, 1967).

1.9.3. Exigences nutritifs

Le palmier dattier préfère les sols neutres, profonds et bien drainés, mais il peut également s'adapter aux sols salés avec une irrigation adéquate et un bon drainage. Ses besoins nutritifs varient selon son âge, avec une demande croissante jusqu'à environ 15 ans, puis stabilisés avec l'âge. Pour assurer une production soutenue, il nécessite des éléments nutritifs, notamment après la récolte, lors de la fécondation et pendant la croissance des fruits (Toutain, 1967).

Partie Expérimentale

Chapitre 2

Matériels et méthodes

II.1. Introduction

L'objectif de cette étude est d'évaluer la teneur en chlorophylle des feuilles de palmiers dattiers cultivés dans la région de Biskra. Alors, dans ce chapitre, nous décrivons en détail les matériels et méthodes utilisés pour effectuer des mesures de ce pigment vert. Nous présenterons d'abord le site d'étude, les cultivars de palmiers dattiers étudiés et la simulation de quantité des chlorophylles.

II.2. Présentation de région d'étude

La wilaya de Biskra, située au Sud-est de l'Algérie, exactement dans la partie orientale du Nord du Sahara. Capital des Ziban, se trouve dans le nord du Sahara à 124 mètres d'altitude, avec une latitude de $34,48^{\circ}$ N et une longitude de $5,44^{\circ}$ E (figure 14). Elle est bordée par Batna au nord, M'Sila au nord-est, El-Oued au sud, et Ouled Djelal au sud-ouest. Biskra fournit plus de 30 % de la production nationale de dattes, dont 35 % de la variété Deglet Nour (Hadji, 2018).

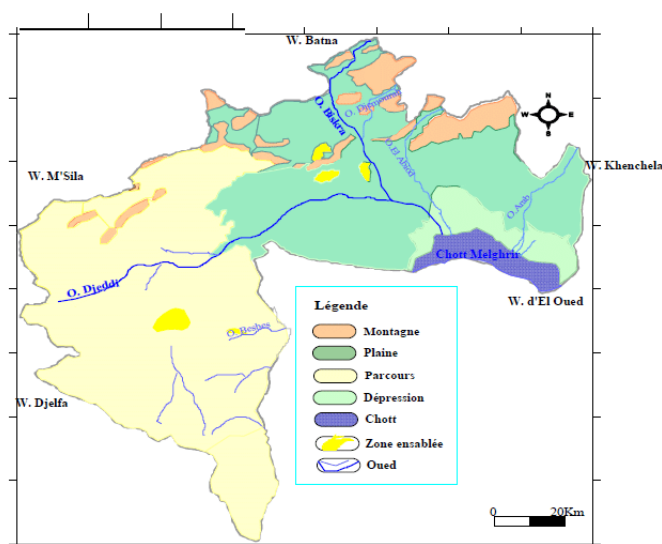


Figure 14 : La carte géologique de la wilaya de Biskra. (Khechai et Deghiche, 2019)

La région des Ziban comprend des montagnes et hauts plateaux (12 %), grands plateaux (56 %), plaines et steppes (22 %), et dépressions (10 %) (DPSB et DSA de Biskra, 2018). Elle est irriguée par plusieurs oueds, dont l'oued Biskra, oued El Arab, oued El Guetan, et oued Djedi (Menasra et Bouzaher Lalouani, 2019). Les eaux

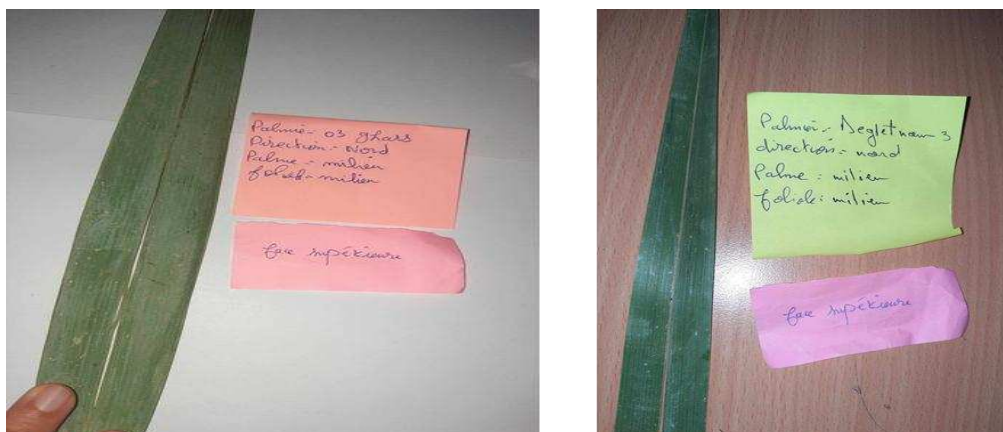
souterraines comprennent la nappe phréatique, la nappe albienne, la nappe des sables, et la nappe des calcaires.

Biskra a un climat désertique chaud avec des étés longs et extrêmement chauds et des hivers doux. Les températures mensuelles moyennes les plus élevées sont en juillet (35,6 °C) et les plus basses en janvier (11,9 °C). L'humidité relative la plus élevée est en décembre (64 %) et la plus faible en juillet (28 %) (Achoura, 2013).

3.2. Matériels végétal

Pour cette étude visant à mesurer la teneur en chlorophylle des palmiers dattiers, le matériel végétal était composé d'échantillons de folioles non infestés prélevées sur deux variétés de palmiers dattiers parmi les plus cultivées dans la région de Biskra : Deglet Nour et Ghars voir la figure 15.

Le choix de ces deux variétés répandues dans la région de Biskra permet d'obtenir des résultats représentatifs des principales variétés cultivées localement. Les échantillons de folioles ont été prélevés selon un protocole strict visant à minimiser les variations liées à l'âge des feuilles, leur position sur le palmier ou les conditions environnementales. Les folioles ont été soigneusement récoltées et transportées afin de préserver leur intégrité et d'éviter toute dégradation des pigments chlorophylliens



avant les analyses.

Figure 15 : Les folioles des deux variétés étudiées. (Source : photos originale)

II.3. Méthodologie de travail

Pour atteindre les objectifs de recherche préalablement définis et vérifier les hypothèses proposées, cette étude repose sur une approche de simulation numérique utilisant le logiciel MESURIM. La méthodologie suivie comprend plusieurs étapes clés pour garantir une analyse exhaustive et représentative.

Pour cette étude, deux variétés de palmiers dattiers ont été sélectionnées: Deglet Nour et Ghars. Pour chacune d'entre elles, trois palmes ont été prélevées à différentes positions sur le palmier (apicale, médiane et basale). Sur chaque palme, des folioles ont été récoltées selon les quatre orientations cardinales (nord, sud, est et ouest), à la fois sur les faces supérieure et inférieure. Au total, 144 folioles ont été échantillonnées, représentant toutes les combinaisons possibles de variété, position de la palme, orientation et face de la foliole.

Chaque foliole a été numérisée à l'aide d'un appareil numérique à haute résolution. Une bande de mesure standard pour la totalité des folioles a été déterminée puis importées dans le logiciel MESURIM_pro_08 (figure 16). MESURIM est un logiciel destiné à faire différents types de travaux sur les images numérisées ; à savoir, Comptage d'éléments de l'image, Mesure de longueur, de lumière ou de surface et Utilisation de différents types de codes de couleurs³.

Ce dernier permet de simuler l'absorption du rayonnement lumineux par les folioles, en prenant en compte les différentes longueurs d'onde du spectre visible, notamment le rouge et le bleu. Les simulations ont permis de calculer les taux d'absorption pour chaque combinaison unique de variété, position de la palme, orientation et face de la foliole.

Les données d'absorption simulées par MESURIM ont été compilées et organisées dans l'Excel.

³<https://acces.ens-lyon.fr/acces/logiciels/applications/mesurim>

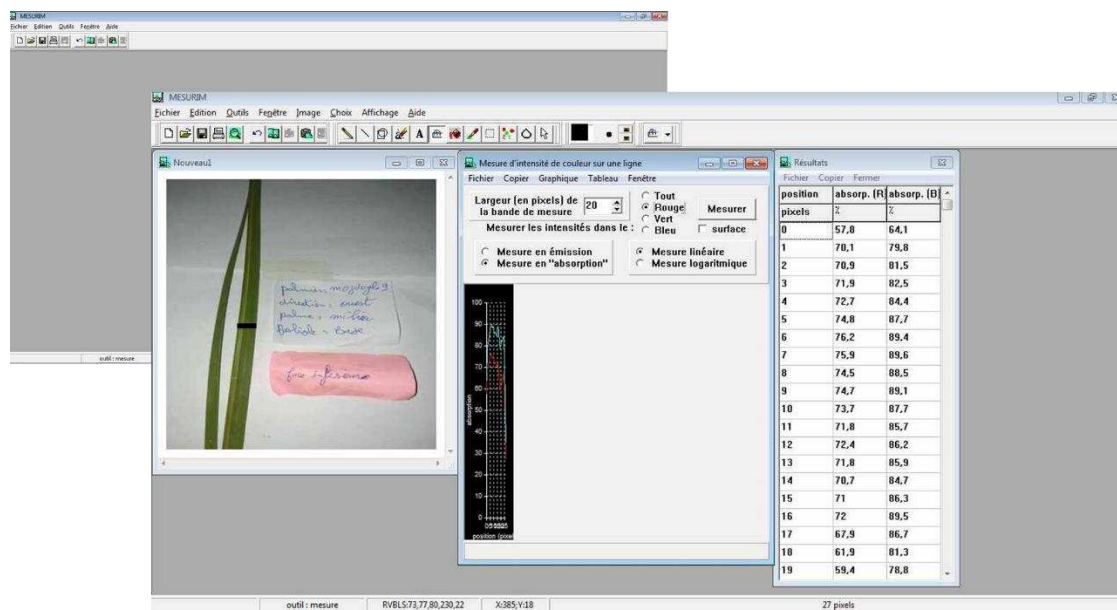


Figure 16 : Interface de logiciel MESURIM_pro_08

Chapitre 3

Résultats et discussion

I. Cultivar : Deglet Nour

1. Face supérieure

1.1.Palmes : externes

1.1.1. Folioles : apicales

1.1.1.1.Orientation Est

Les différentes figures présentées dans cette section illustrent le taux d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) par les folioles des palmes externes selon différentes orientations pour le cultivar « Deglet Nour ».

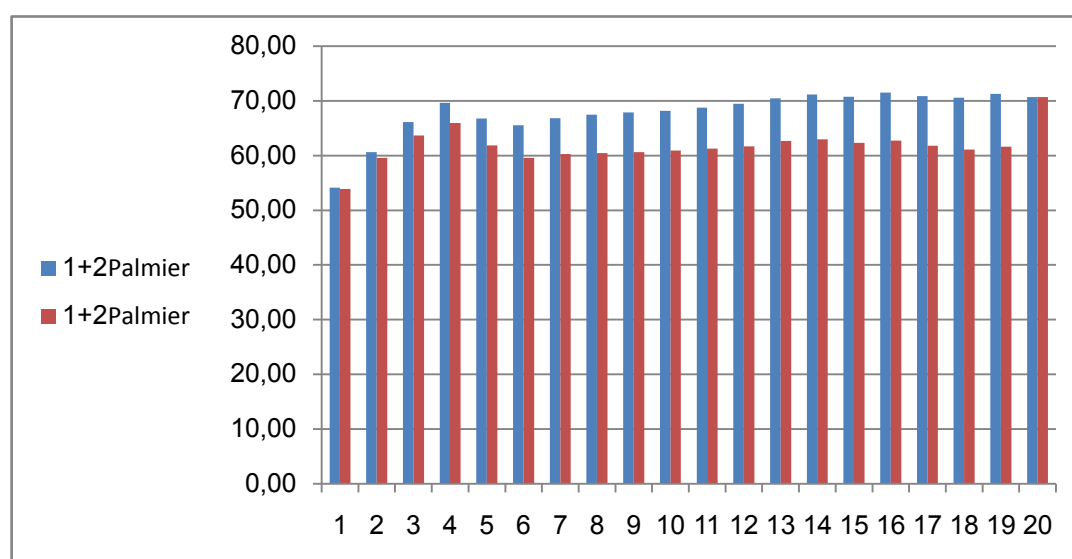


Figure 17 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

Pour l'ensemble des points de mesure de la figure 17, le taux d'absorption des rayons bleus (courbe bleue) est systématiquement plus élevé que celui des rayons rouges (courbe rouge). Ceci est attendu étant donné que les pigments chlorophylliens absorbent préférentiellement les longueurs d'onde bleues. Les taux d'absorption maximaux pour les deux longueurs d'onde se situent entre les pixels 5 et 15 environ, avec des valeurs de 60-70% pour les bleus et 40-50% pour les rouges. Cette zone centrale semble indiquer une concentration plus importante en chlorophylle.

Aux extrémités (pixels 1-4 et 16-20), les taux d'absorption sont légèrement plus faibles pour les deux longueurs d'onde, suggérant une diminution de la teneur en chlorophylle vers les bords des folioles. L'écart entre l'absorption des rayons bleus et

rouges reste relativement constant sur l'ensemble de la longueur, indiquant probablement un ratio similaire des différents types de chlorophylle présents.

1.1.1.2. Orientation Ouest

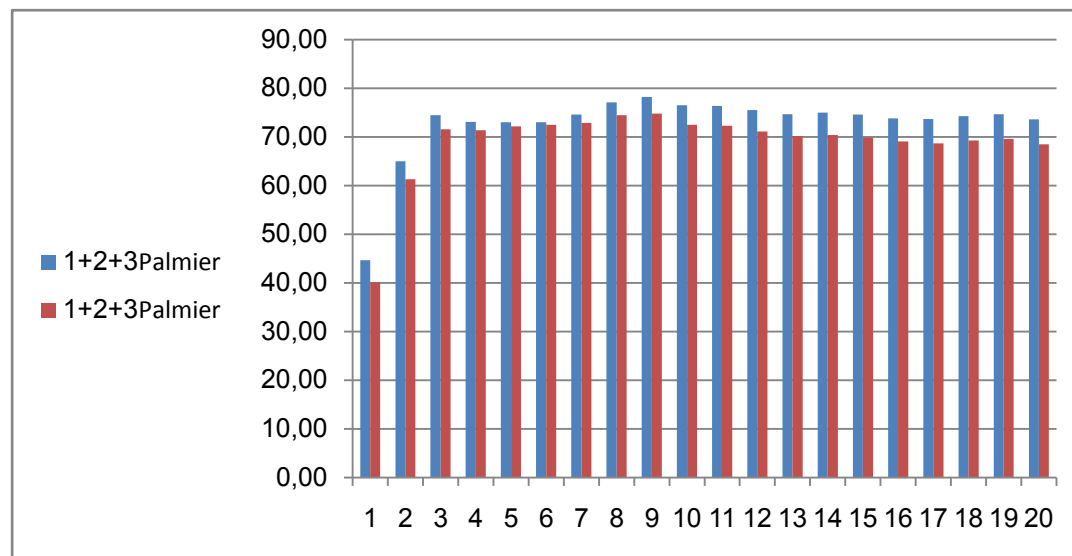


Figure 18: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

La figure 18 illustre une variation du taux d'absorption des rayons bleus entre 50% et 70%, avec les pixels du graphique indiquant une montée progressive jusqu'à 70% pour les pixels 9 à 20. En revanche, l'absorption des rayons rouges reste plus constante, entre 50% et 60%, comme indiqué par les pixels correspondants. Les folioles orientées vers l'Ouest, qui reçoivent la lumière du soir, montrent une tendance similaire à celles orientées vers le Nord et le Sud, avec une absorption plus efficace des rayons bleus. Cette absorption accrue des rayons bleus pourrait être essentielle pour maximiser la photosynthèse durant les périodes de lumière plus intense en fin de journée.

1.1.1.3. Orientation Nord

Les résultats de la figure 19 montrent que le taux d'absorption des rayons bleus varie de 50% à 70%. Cette variation est visible sur les pixels du graphique où l'absorption commence autour de 50% et augmente progressivement jusqu'à atteindre un plateau de 70% vers les pixels de 9 à 20. En revanche, l'absorption des rayons rouges est plus constante, se maintenant entre 50% et 60%.

Les résultats de la figure 18 montrent que le taux d'absorption des rayons bleus varie de 50% à 70%. Cette variation est visible sur les pixels du graphique où

l'absorption commence autour de 50% et augmente progressivement jusqu'à atteindre un plateau de 70% vers les pixels de 9 à 20. En revanche, l'absorption des rayons rouges est plus constante, se maintenant entre 50% et 60%. Les folioles apicales orientées vers le Nord semblent nécessiter ou absorber plus efficacement les rayons bleus, possiblement en raison de l'angle d'incidence de la lumière solaire sur cette orientation spécifique, influençant la photosynthèse et d'autres processus physiologiques.

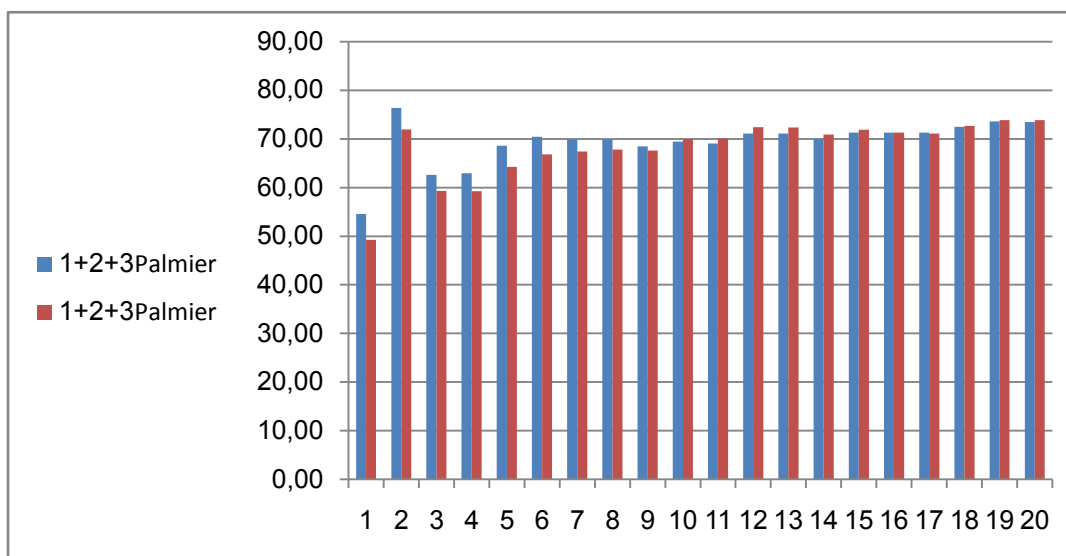


Figure 19 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

L'absorption excessive des rayons bleus au pixel 2 s'explique par une composition foliaire en chlorophylle plus élevée, indiquée par la nervure principale foliaire, ainsi que par une intensité lumineuse accrue due à la réflexion et à la diffusion de la lumière.

1.1.1.4. Orientation Sud

Les données de la figure 20 indiquent que le taux d'absorption des rayons bleus varie entre 50% et 70%. Le graphique montre une augmentation régulière atteignant un les 70% pour les pixels de 9 à 20. Par contre, l'absorption des rayons rouges reste relativement constante, oscillant entre 50% et 60%, comme représenté par les pixels correspondants. L'orientation Sud semble également favoriser une absorption plus élevée des rayons bleus, ce qui pourrait être attribué à une exposition plus directe et prolongée à la lumière du soleil, optimisant ainsi les processus de conversion de l'énergie lumineuse.

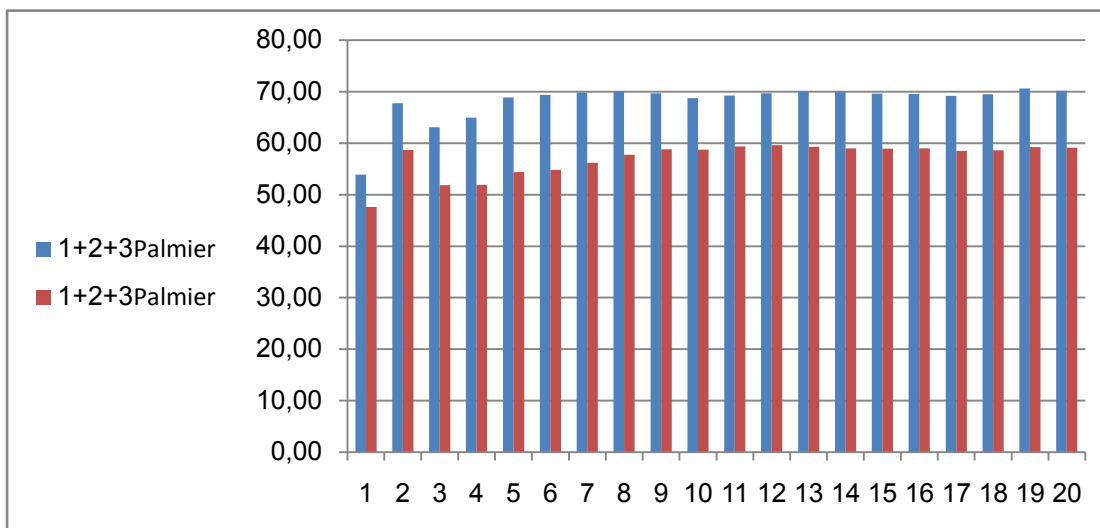


Figure 20 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.2. Foliole médiane

1.1.2.1. Orientation Est

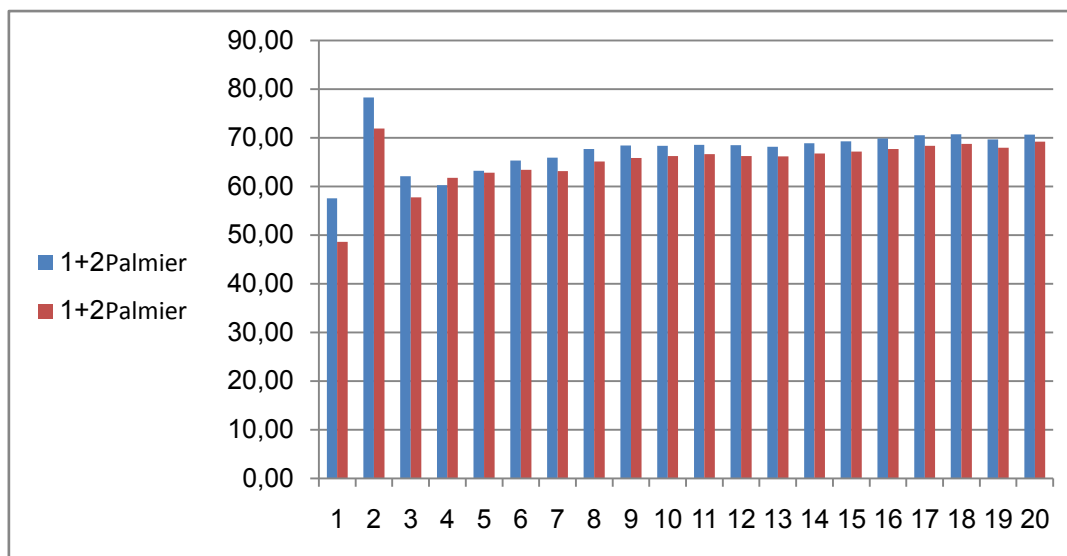


Figure 21 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour »

On observe dans la figure 21 une absorption plus élevée des rayons bleus par rapport aux rayons rouges à travers les différents pixels. Cette absorption excessive au pixel 2 peut être attribuée à la composition foliaire en chlorophylle augmentée, indiquée par la présence de la nervure principale foliaire. De plus, la foliole à cet emplacement pourrait recevoir une intensité lumineuse plus élevée en raison de la réflexion et de la diffusion de la lumière. Les autres pixels montrent une absorption plus uniforme des

deux types de rayons, avec une absorption moyenne des rayons bleus de 68% et des rayons rouges de 57%.

1.1.2.2. Orientation Ouest :

On constate également une absorption plus élevée des rayons bleus par rapport aux rayons rouges, mais cette différence est moins prononcée que dans la figure 22. Au pixel 3, l'absorption des rayons bleus est de 75%, tandis que l'absorption des rayons rouges est de 70%. De plus, au pixel 17, l'absorption des rayons bleus est de 78%, et celle des rayons rouges est de 64%. L'absorption plus élevée des rayons bleus et rouges dans ces pixels spécifiques pourrait indiquer des zones de la foliole où la composition en chlorophylle est plus dense et où les conditions de lumière sont optimisées. Cela est crucial pour l'efficacité de la photosynthèse dans le cultivar « Deglet Nour ».

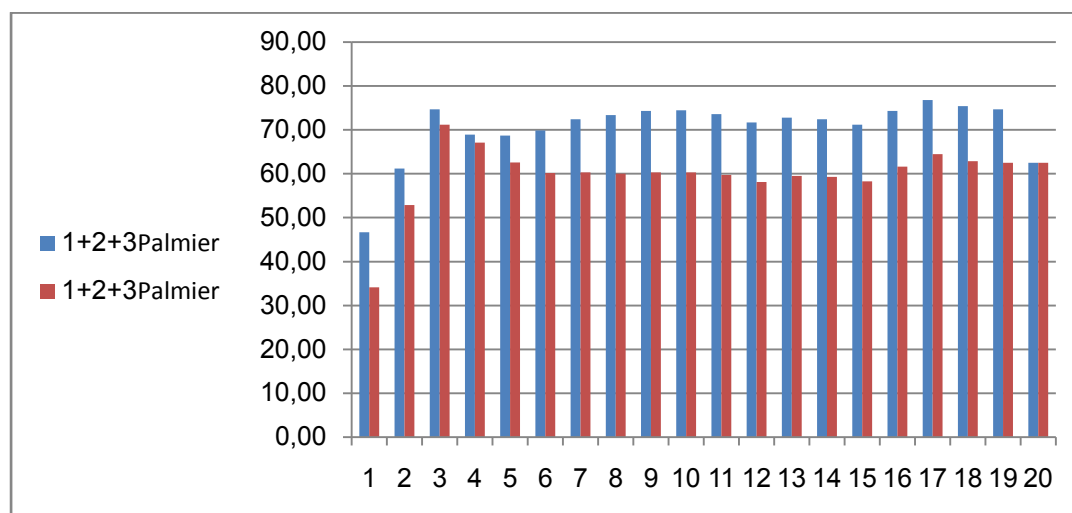


Figure 22 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.2.3. Orientation Nord

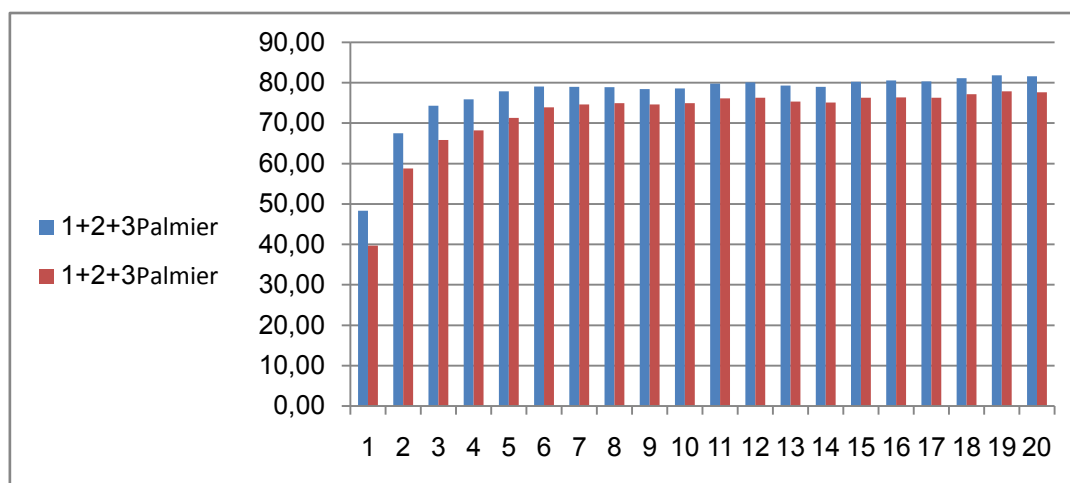


Figure 23 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

Tout comme pour la figure précédente, le taux d'absorption des rayons bleus est supérieur à celui des rouges sur toute la longueur de la foliole. Les niveaux d'absorption maximaux (70-80% pour les bleus, 60-70% pour les rouges) se trouvent également dans la zone centrale entre les pixels 5 et 15. Une légère diminution de l'absorption est visible aux extrémités par rapport au centre de la foliole. L'écart entre l'absorption des bleus et des rouges reste relativement constant. Les profils d'absorption sont très similaires à ceux observés pour l'orientation Est.

1.1.2.4. Orientation Sud :

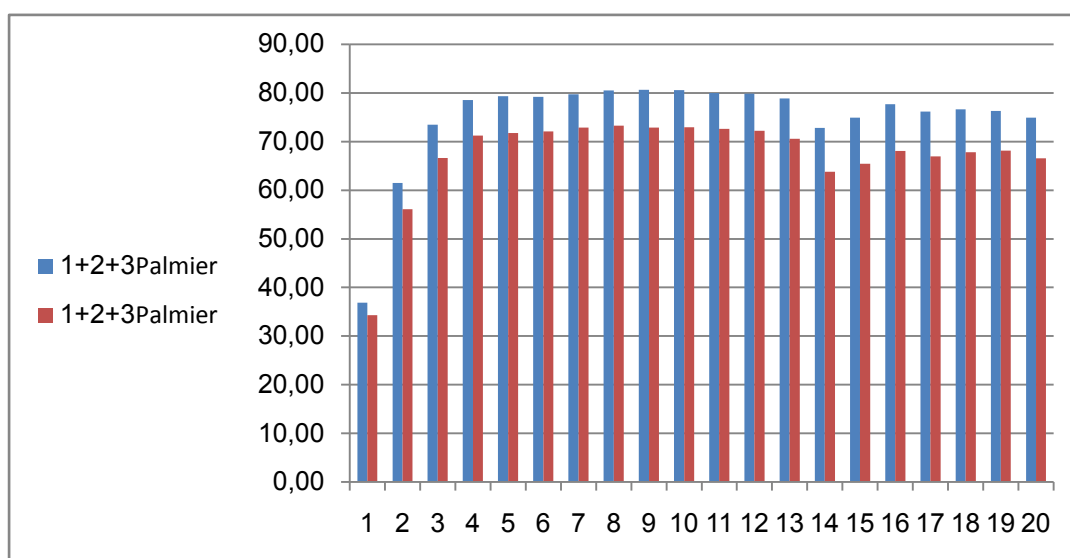


Figure 24 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

La figure 24 présente des tendances comparables aux deux précédentes, avec une absorption supérieure des rayons bleus par rapport aux rouges le long de la foliole. Cependant, on observe une baisse significative de l'absorption pour les deux longueurs d'onde entre les pixels 12 et 18 environ. Cette diminution centralisée de l'absorption pourrait être liée à une variation de la concentration en chlorophylle dans cette zone spécifique expliquait par la présence des vaisseaux secondaire ayant moins de tissus chlorophylliens pourrait effectivement entraîner une baisse localisée de l'absorption de la lumière dans cette région. En dehors de cette baisse localisée, les niveaux d'absorption sont similaires aux autres orientations, avec des maximums au centre et des minimums aux extrémités.

1.1.3 Foliole basale

1.1.3.1. Orientation EST

L'analyse de la figure 25 montre que Les taux d'absorption des rayons bleus augmentent progressivement du pixel 1 (60.55%) au pixel 11 (82.75%), puis diminuent légèrement jusqu'au pixel 20 (78.30%). De même, les taux d'absorption des rayons rouges augmentent du pixel 1 (53.95%) au pixel 11 (66.75%) avant de se stabiliser autour de 67% vers la fin. Ces tendances suggèrent une adaptation initiale rapide des folioles à une intensité lumineuse accrue, suivie d'une phase où elles sont

optimisées pour la photosynthèse. La légère diminution de l'absorption après le pixel 11 pourrait être due à une fatigue ou à des dommages des structures photosynthétiques, mais la reprise et la stabilisation des taux d'absorption vers les pixels 15 à 20 indiquent une régénération continue des folioles.

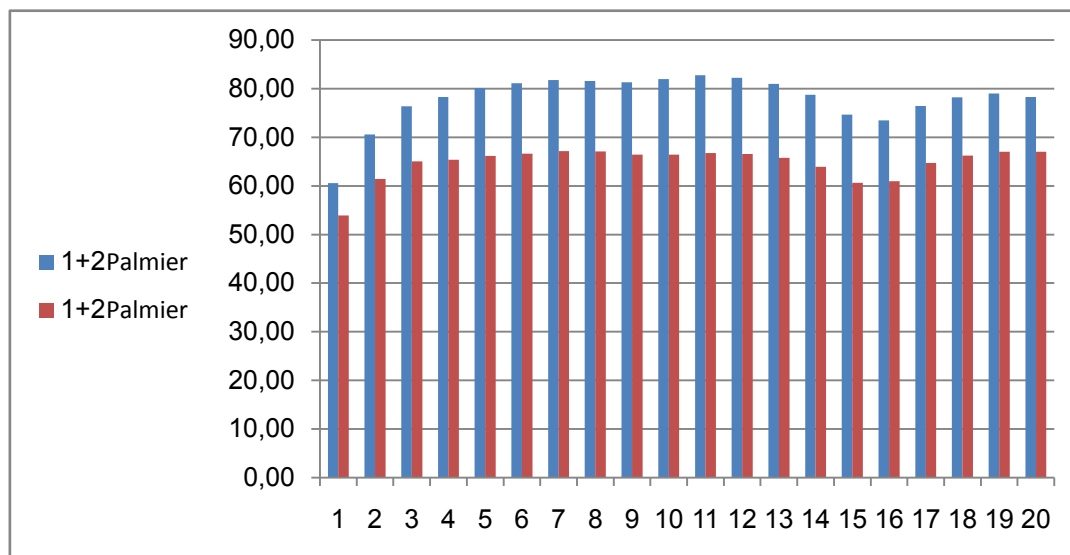


Figure 25 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.3.2. Orientation Ouest :

D'après la figure 26, les taux d'absorption des rayons bleus augmentent progressivement du pixel 1 (40.50%) au pixel 9 (76.00%), atteignant un pic avant de diminuer légèrement jusqu'au pixel 20 (72.00%). Les taux d'absorption des rayons rouges suivent une tendance similaire, augmentant du pixel 1 (35.80%) au pixel 9 (69.50%), puis diminuant progressivement jusqu'au pixel 20 (64.90%).

Une augmentation rapide de l'absorption de Pixels 1 à 3 qui indique une adaptation initiale des folioles à l'intensité lumineuse croissante de l'après-midi. Les folioles basales peuvent avoir une distribution dense de chlorophylle, particulièrement aux pixels 4 à 9.

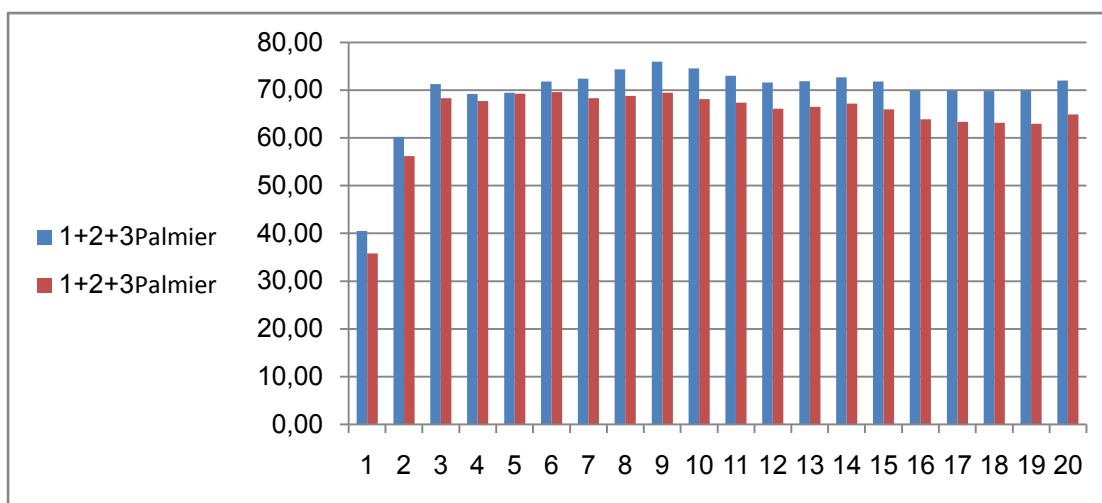


Figure 26 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.3.3. Orientation Nord :

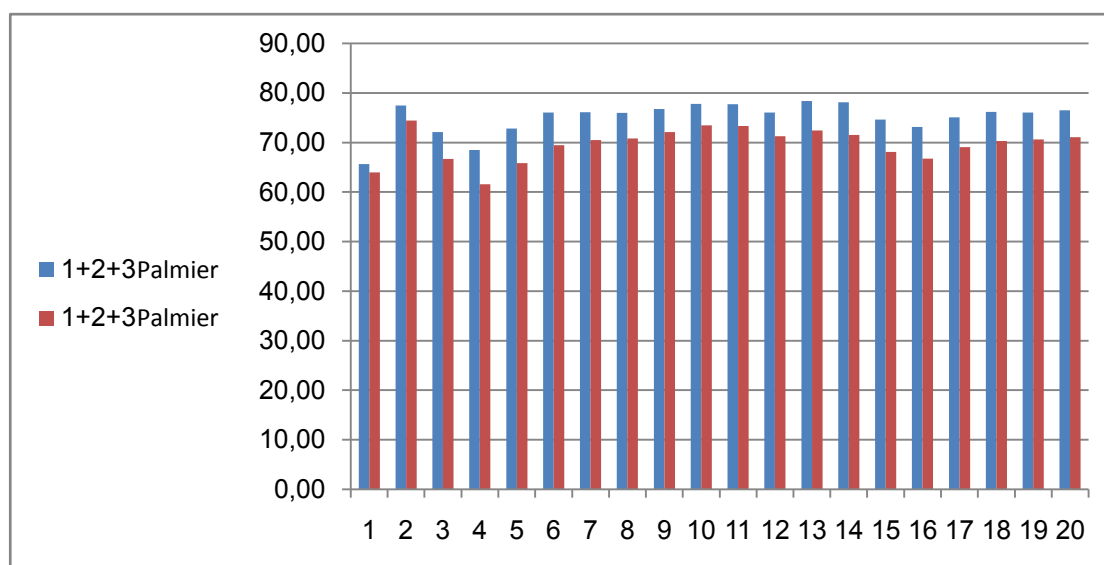


Figure 27 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

La figure 27 illustre que l'absorption des rayons bleus varie de 65.63% à 78.37%, tandis que celle des rayons rouges fluctue entre 61.57% et 74.40%. Au début, les taux d'absorption augmentent rapidement, cela peut être attribué à une exposition initiale accrue à la lumière, qui stimule l'activité photosynthétique des folioles.

Après un pic initial au pixel 2, l'absorption des rayons bleus et rouges diminue légèrement pour avant de remonter, ces variations peuvent être dues à des ajustements dans la structure foliaire et la composition en pigments, permettant une adaptation continue aux conditions lumineuses changeantes. Notamment, Les pics d'absorption vers les pixels 10 à 13 montrent une efficacité maximale dans l'utilisation de la lumière disponible pour la photosynthèse.

1.1.3.4. Orientation Sud :

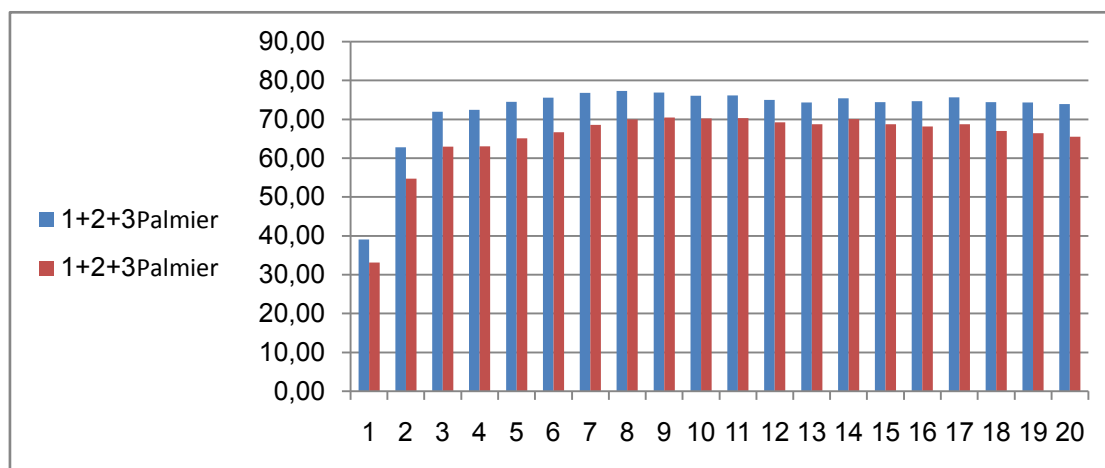


Figure 28 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

D'après la figure 28, les taux d'absorption des rayons bleus commencent à 39.07% et augmentent de manière significative jusqu'à 77.33%. De même, les taux d'absorption des rayons rouges démarrent à 33.17% et atteignent un maximum de 70.50%. Le faible taux d'absorption au pixel 1 peut s'expliquer par une orientation initiale qui reçoit moins de lumière directe, influençant la quantité de chlorophylle active.

Une augmentation rapide de Pixels 2 (62.83% et 54.74%) à pixel 4 (71.97% et 62.93%) au pixel 3 expliquait par une exposition meilleure à la lumière directe, stimulant la photosynthèse et augmentant la production de chlorophylle.

1. Face supérieure

1.2.Palmes : Médiannes

1.2.1. Foliolles : apicales

1.2.1.1. Orientation Est

La figure 29 illustre que l'absorption des rayons bleus par les folioles apicales des palmes médianes orientées varie de 62% à 80%, tandis que celle des rayons rouges fluctue entre 55% et 79%. On observe un pic initial d'absorption des deux longueurs d'onde autour du pixel 3, suivi d'une légère baisse puis d'une remontée progressive jusqu'aux pixels 10-13 où les taux d'absorption atteignent des niveaux maximaux. Ces variations peuvent s'expliquer par une adaptation continue des folioles aux changements de conditions lumineuses au cours de la journée. Les pics d'absorption élevés entre les pixels 10 et 13 suggèrent une utilisation de la lumière disponible pour la photosynthèse à ce moment de la journée.

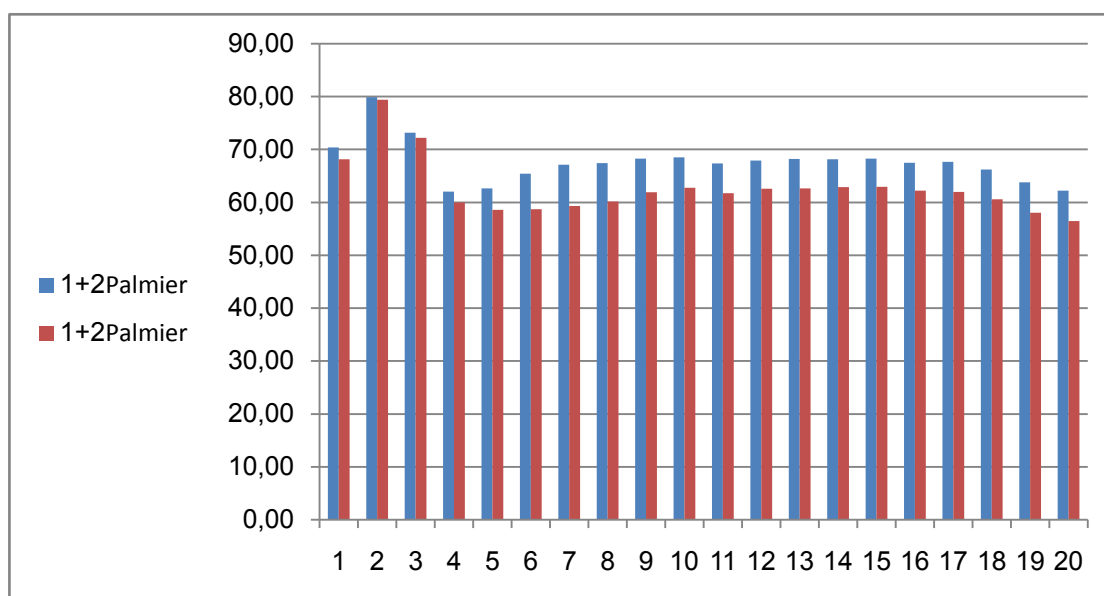


Figure 29 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.1.2.Orientation Ouest :

L'absorption des rayons bleus varie entre 68,95% et 80%, tandis que celle des rayons rouges se situe dans une gamme de 59% à 75% dans la figure 30. Comme pour l'orientation est, on constate un pic initial d'absorption suivi d'une baisse temporaire et d'une remontée progressive, avec des niveaux d'absorption maximaux atteints aux

alentours des pixels 10-13. Ceci illustre l'ajustement continu des folioles aux changements d'exposition à la lumière au fil de la journée.

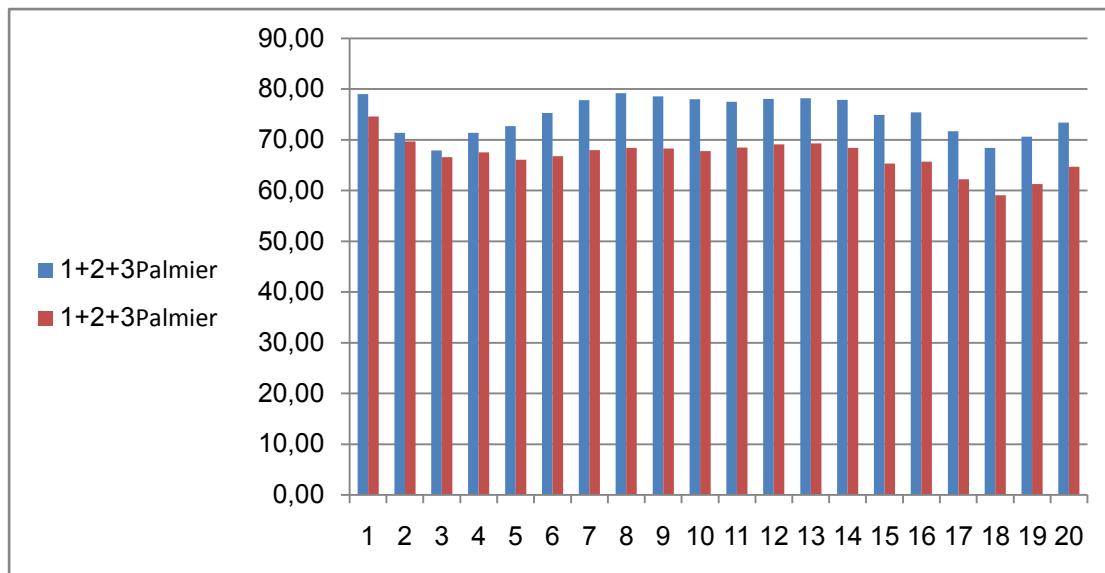


Figure 30 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.1.3. Orientation Nord

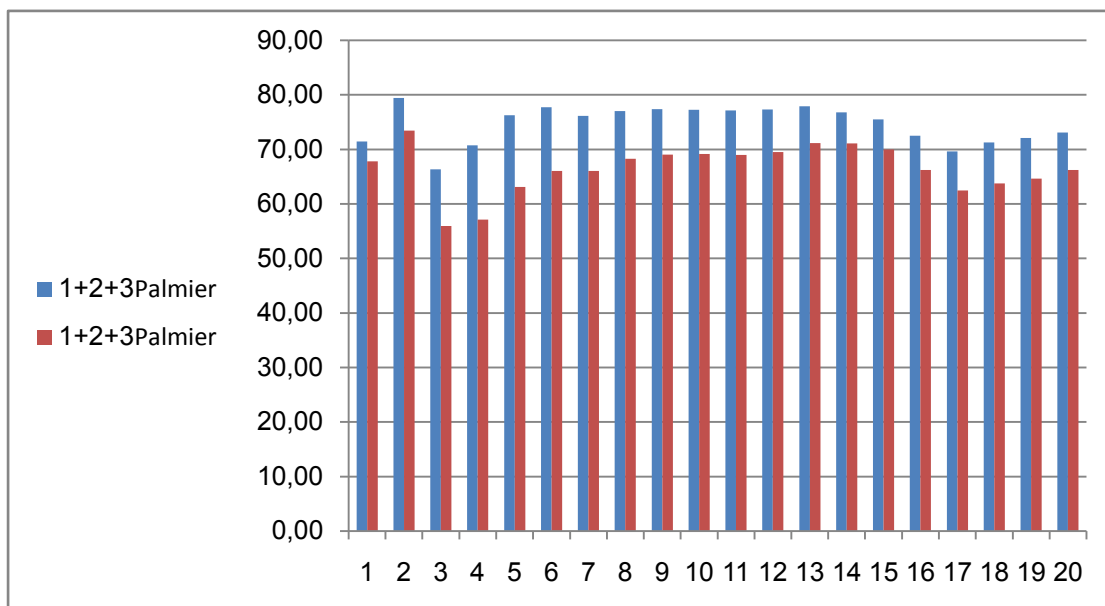


Figure 31 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

Pour l'orientation nord de la figure 31, les taux d'absorption des rayons bleus varient de 70 % à 80%, tandis que ceux des rayons rouges se situent entre 57 % et 73%. On observe une tendance similaire aux deux autres orientations, avec un pic initial suivi

d'une baisse et d'une remontée progressive jusqu'aux pixels 10-13 où les niveaux d'absorption atteignent leur maximum.

1.2.1.4. Orientation Sud

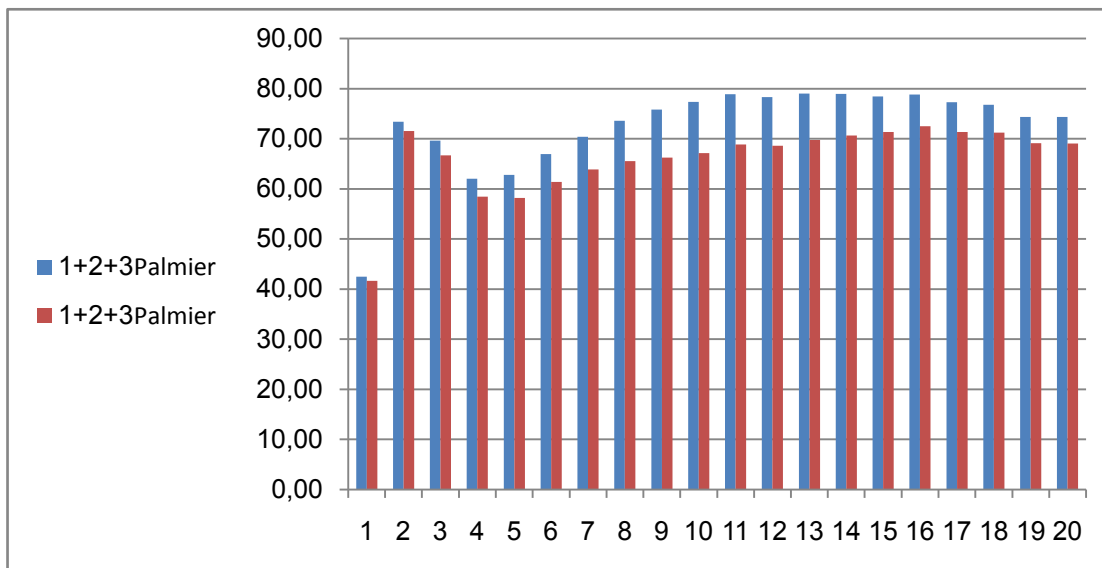


Figure 32: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Noir ».

L'analyse de la figure 32 montre que les taux d'absorption des rayons bleus augmentent progressivement du pixel 1 (41 %) au pixel 11 (80 %), puis diminuent légèrement jusqu'au pixel 20 (75%). De même, les taux d'absorption des rayons rouges augmentent du pixel 1 (40%) au pixel 11 (69%). Ces tendances suggèrent une adaptation initiale rapide des folioles à une intensité lumineuse accrue, suivie d'une phase où elles sont optimisées pour la photosynthèse.

1.2.2. Foliole médiane

1.2.2.1. Orientation Est

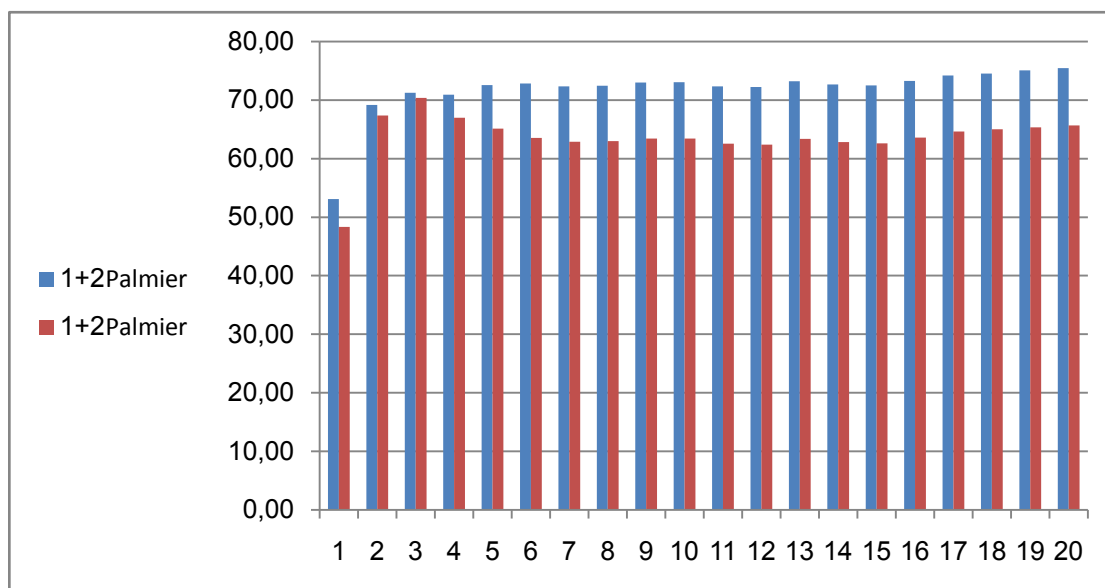


Figure 33 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

L'analyse de la figure 33 montre que les taux d'absorption des rayons augmentent progressivement du pixel 1 (53.00%) au pixel 20 (76 %). De même, les taux d'absorption des rayons rouges augmentent du pixel 1 (48 %) au pixel 3 (70 %) puis diminuaient légèrement au pixel 15 avant d'augmenter au pixel 20 (65%). Ces tendances indiquent que les folioles médianes orientées vers l'Est s'adaptent à l'intensité lumineuse matinale, atteignant un point de saturation où l'absorption reste relativement stable.

1.2.2.2. Orientation Ouest

Le Figure34 présente des valeurs qui se varient entre 54.00% et 80.20% pour les rayons bleus, et entre 55.70% et 75.70% pour les rayons rouges, démontrant une variabilité significative. Une diminution notable d'absorption est observée dans le pixel 18, tandis qu'un pic est remarqué dans le pixel 2 (80.20% pour B et 75.70% pour R). Ces variations peuvent être influencées l'intensité lumineuse et l'état de santé des folioles

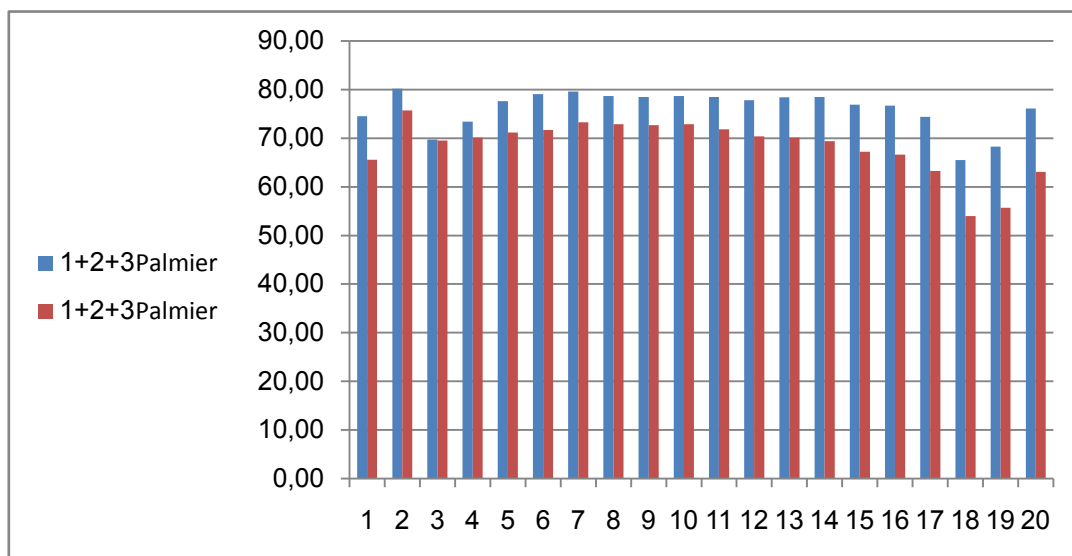


Figure 34 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.2.3 Orientation Nord

La figure 35 présente des valeurs qui se varient de 50.57% à 82.17% pour B et de 46.07% à 76.63% pour R. On observe une tendance générale d'augmentation de pixel 1 à des pics d'absorption plus élevés vers pixel 20. Ces variations reflètent des changements conditions environnementales des folioles, influençant leur capacité à absorber efficacement la lumière.

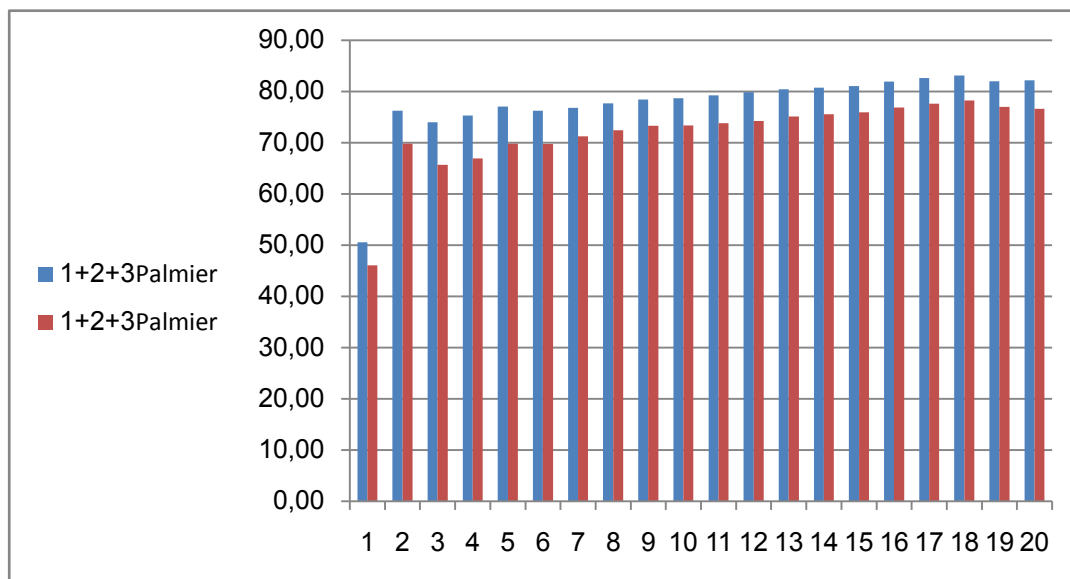


Figure 35 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.2.3. Orientation Sud

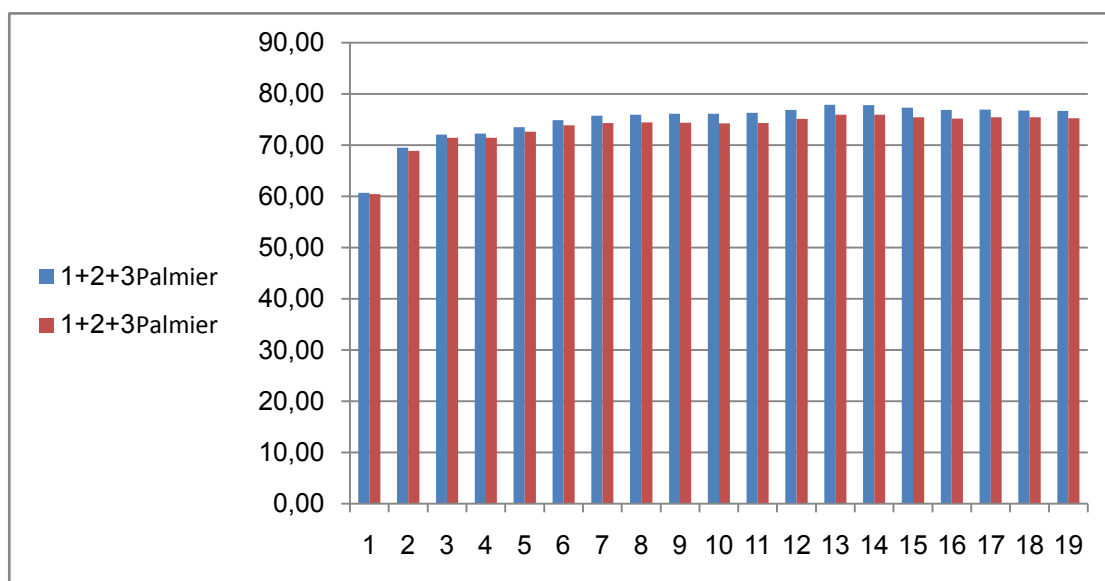


Figure 36 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

La figure 36 présente des valeurs qui se varient de 49.73% à 76.87% pour les rayons bleus et de 49.23% à 75.97% pour les rayons rouges. On observe une tendance générale d'augmentation des valeurs d'absorption, avec des valeurs initialement plus basses au début et des pics d'absorption plus élevés vers la fin de la figure.

1.2.3. Folioles basales

1.2.3.1. Orientation Est

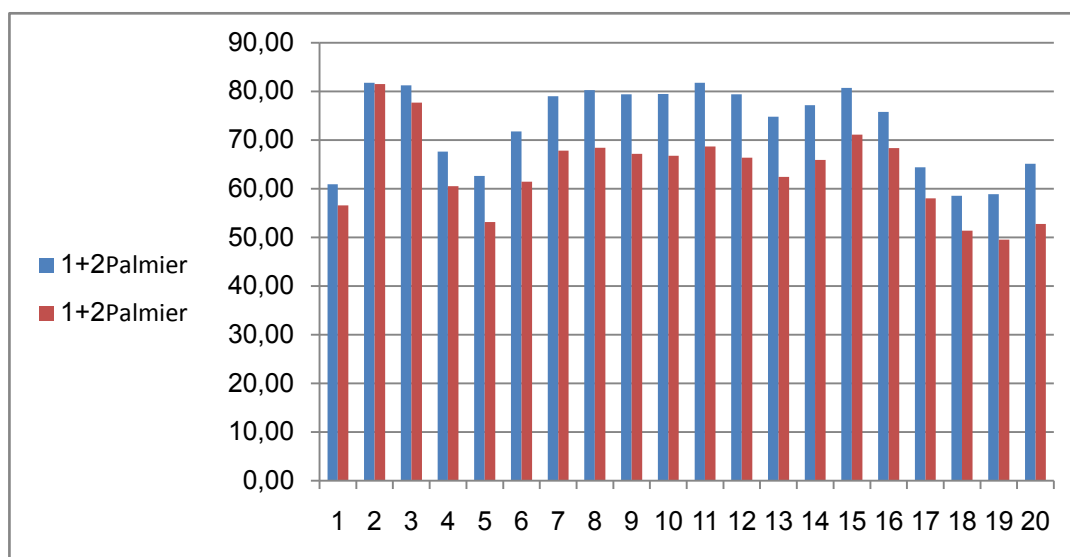


Figure 37 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Noir ».

La figure 37 du cultivar "Palmier1+2" présente les taux d'absorption en pourcentage des rayons bleus (B) et rouges (R) par les folioles basales orientées vers le haut. Les valeurs varient de 58.55% à 81.80% pour B et de 49.55% à 81.50% pour R. On observe des tendances distinctes à travers les pixels mesurés : une augmentation progressive des taux d'absorption de 13 à 16 pixels ainsi que de 1 à 2 pixels, suggérant une meilleure adaptation des folioles à la lumière ou des conditions environnementales favorables à ces positions. En revanche, une diminution des taux d'absorption est notée de 3 à 5 pixels et de 16 à 19 pixels, indiquant possiblement une réduction de l'intensité lumineuse ou d'autres facteurs environnementaux défavorables à l'absorption efficace de la lumière par les folioles à ces moments spécifiques.

1.2.3.2. Orientation Ouest

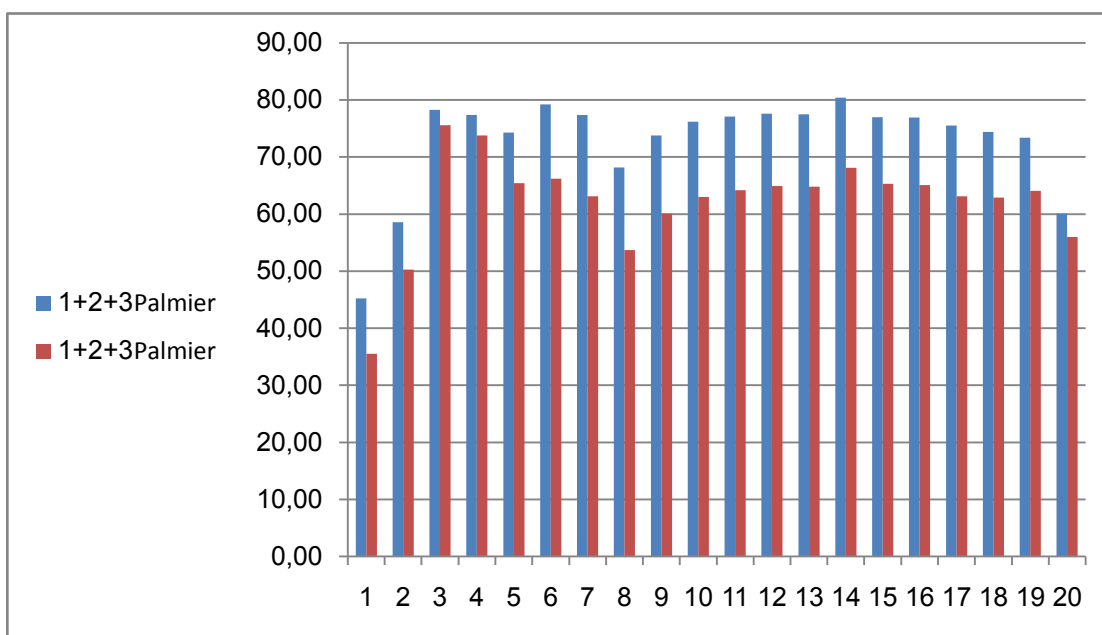


Figure 38 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Noir ».

La figure 38 présente des valeurs qui se varient de 45.20% à 80.40% pour les rayons B et de 35.50% à 75.60% pour les rayons R. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 2, et entre les pixels 13 et 14, ce qui peut suggérer une meilleure adaptation des folioles à la lumière ou des conditions environnementales favorables à ces points de mesure. En revanche, une diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 3 et 5, ainsi qu'entre les pixels 16 et 19, indiquant possiblement une réduction de l'intensité lumineuse ou d'autres facteurs environnementaux défavorables à l'absorption efficace de la lumière par les folioles à ces moments spécifiques.

1.2.3.3. Orientation Nord

Les valeurs présentées dans la figure 39 varient de 53.97% à 75.70% pour B et de 49.97% à 74.05% pour R. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 3, et entre les pixels 11 et 14, ce qui peut suggérer une meilleure adaptation des folioles à la lumière ou des conditions environnementales favorables à ces points de mesure. En revanche, une diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 4 et 6, ainsi qu'entre les pixels 15 et 18, indiquant possiblement une

réduction de l'intensité lumineuse ou d'autres facteurs environnementaux défavorables à l'absorption efficace de la lumière par les folioles à ces moments spécifiques

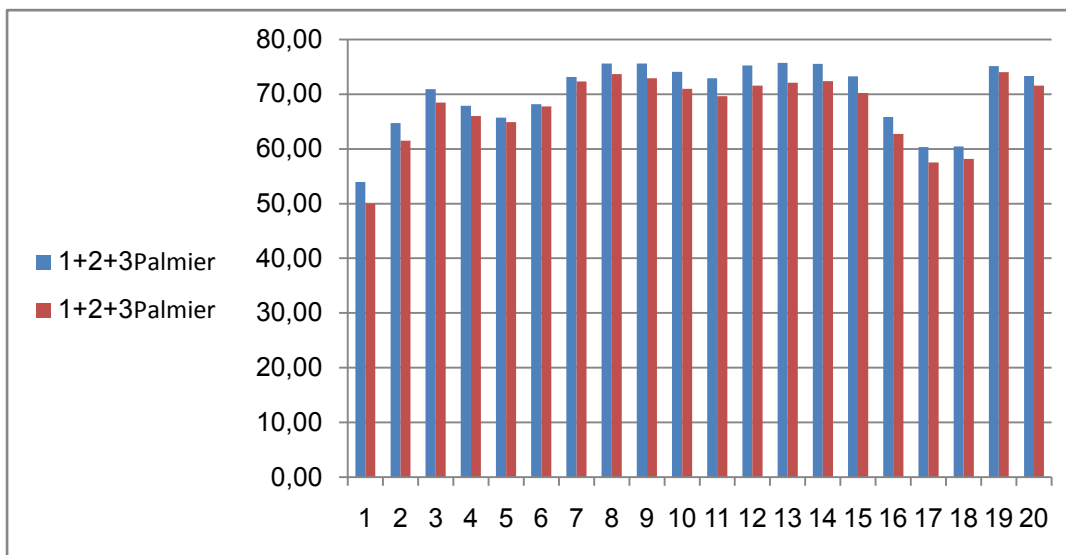


Figure 39 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.3.4. Orientation Sud

Les valeurs de la figure 40 varient de 56.27% à 78.47% pour B et de 51.03% à 74.67% pour R. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 5, ainsi qu'entre les pixels 12 et 15, suggérant une meilleure adaptation des folioles à la lumière ou des conditions environnementales favorables à ces points de mesure. En revanche, une diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 5 et 7, ainsi qu'entre les pixels 17 et 19. Entre ces fluctuations, on remarque une certaine stabilité dans les taux d'absorption, en particulier entre les pixels 8 et 11, où les valeurs d'absorption restent relativement constantes. Ces variations, combinées à des phases de stabilité, mettent en évidence la capacité dynamique des plantes à ajuster leur absorption lumineuse en réponse aux conditions fluctuantes, influençant ainsi leur croissance et leur performance photosynthétique.

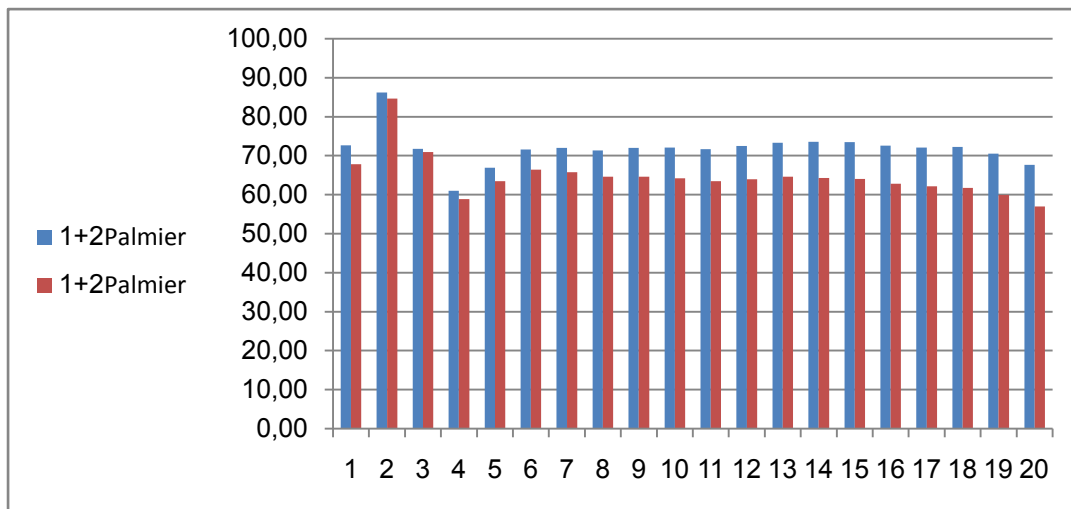


Figure 40: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

1. Face supérieure

1.3. Palmes : internes

1.3.1. Folioles : apicales

1.3.1.1. Orientation : Est

La figure 41 montre les valeurs d'absorption des rayons bleus qui varient de 55% à 75%, et celles des rayons rouges qui se varient de 50% à 65%. On observe un pic au pixel 2, suivi d'une certaine stabilisation. Les valeurs initiales élevées pourraient être dues à des conditions de lumière optimales ou à une meilleure efficacité des folioles au sommet au début des mesures. La stabilisation indique que les folioles atteignent un point de saturation de la lumière absorbée.

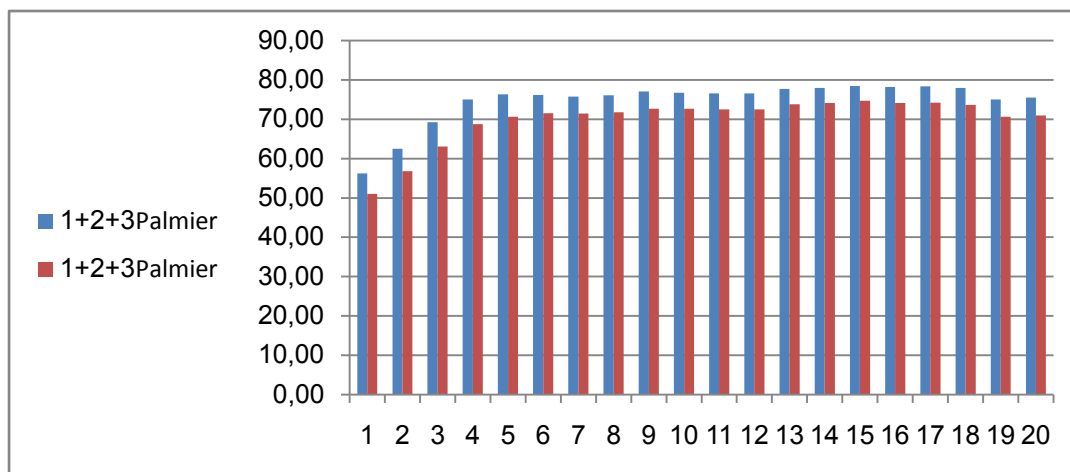


Figure 41 :Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Noir ».

La figure 41 montre les valeurs d'absorption des rayons bleus qui varient de 55% à 75%, et celles des rayons rouges qui se varient de 50% à 65%. On observe un pic au pixel 2, suivi d'une certaine stabilisation. Les valeurs initiales élevées pourraient être dues à des conditions de lumière optimales ou à une meilleure efficacité des folioles au sommet au début des mesures. La stabilisation indique que les folioles atteignent un point de saturation de la lumière absorbée.

1.3.1.2. Orientation Ouest

La figure 42 montre que les valeurs d'absorption des rayons bleus varient de 60% à 91%, et celles des rayons rouges qui se varient de 55% à 88%. On observe un pic au pixel 2, suivi d'une certaine stabilisation. Les valeurs initiales élevées pourraient être dues à des conditions de lumière optimales ou à une meilleure efficacité des folioles au sommet au début des mesures. La stabilisation indique que les folioles atteignent un point de saturation de la lumière absorbée.

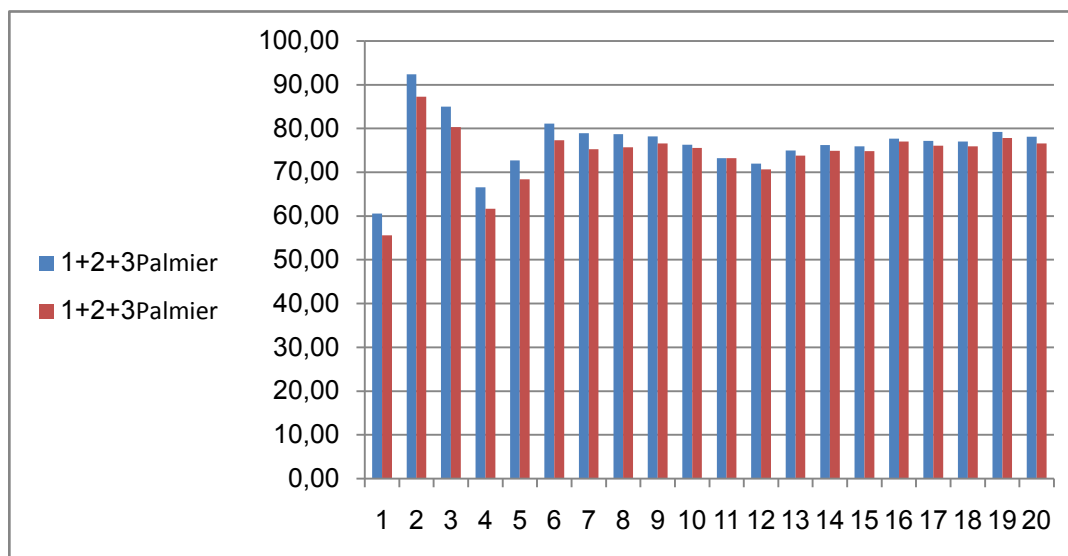


Figure 42: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.3.1.3. Orientation Nord

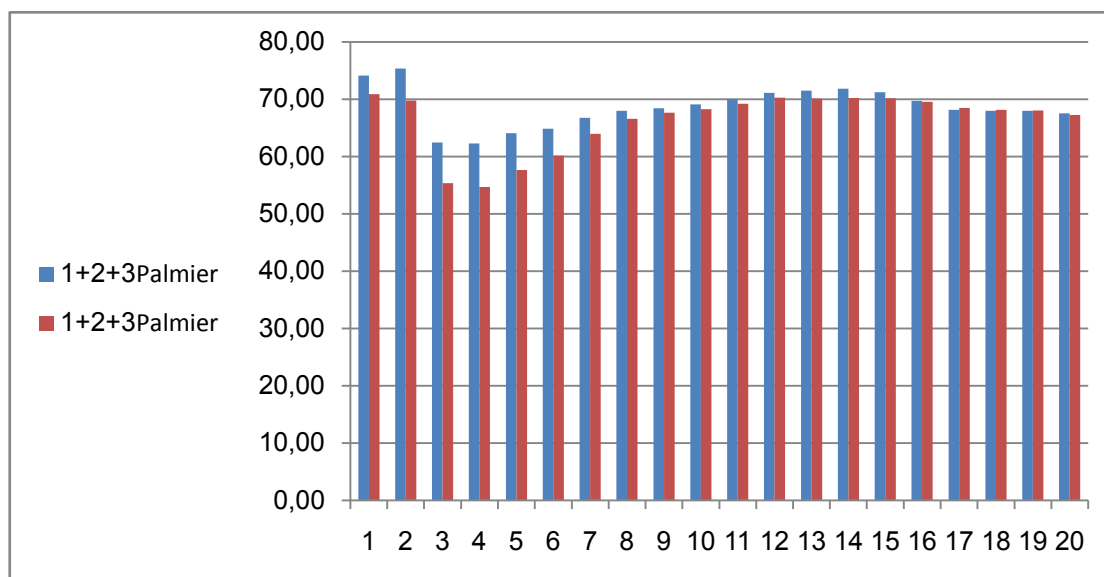


Figure 43 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

La figure 43 illustre les taux d'absorption des deux types de rayons suivent une courbe similaire, atteignant des valeurs maximales autour pixels 11 à 14. On peut estimer que l'absorption maximale des rayons bleus est d'environ 62-75%, tandis que celle des rayons rouges est d'environ 55-70%. Les pics observés aux pixels 1 et 2 sur le graphique correspondent probablement à des mesures effectuées tôt le matin, lorsque le soleil vient de se lever. À ces moments, l'angle d'incidence des rayons solaires est

très rasant, ce qui peut entraîner des taux d'absorption élevés et inhabituels pour les folioles orientées vers le nord.

1.3.1.4. Orientation Sud

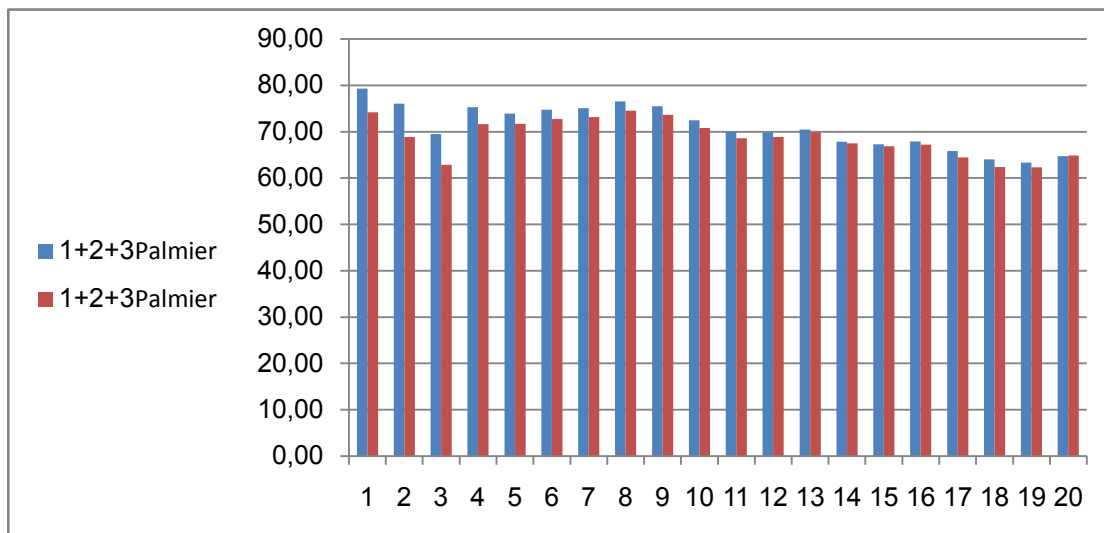


Figure 44: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Noir ».

La figure 44 illustre les taux d'absorption des deux types de rayons suivent une courbe similaire, atteignant des valeurs maximales autour pixels 7 à 9. On peut estimer que l'absorption maximale des rayons bleus est d'environ 65-80%, tandis que celle des rayons rouges est d'environ 62-74%.

1.3.2. Folioles : médianes

1.3.2.1. Orientation : Est

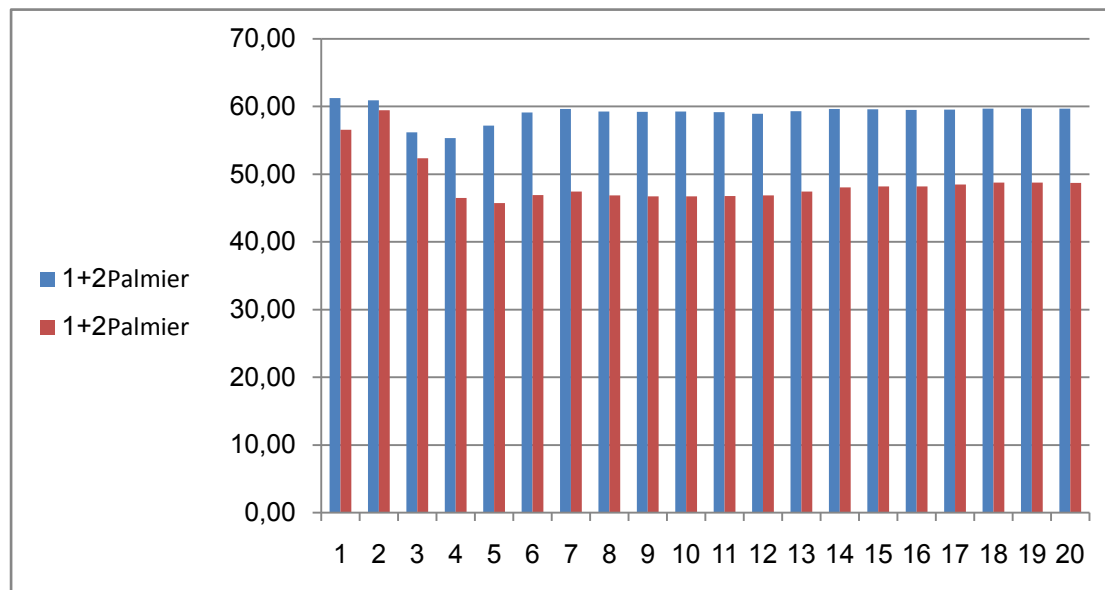


Figure 45: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les valeurs de la figure 45 varient de 55.35% à 61.25% pour B et de 45.75% à 59.45% pour R. On observe une diminution notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 5. Après cette diminution, les taux d'absorption restent relativement stables, avec des valeurs oscillant légèrement mais sans changements drastiques, notamment entre les pixels 6 et 20. Cette stabilité relative indique que les folioles médianes ont atteint une phase où elles maintiennent une capacité d'absorption constante malgré les fluctuations environnementales.

1.3.2.2. Orientation : Ouest

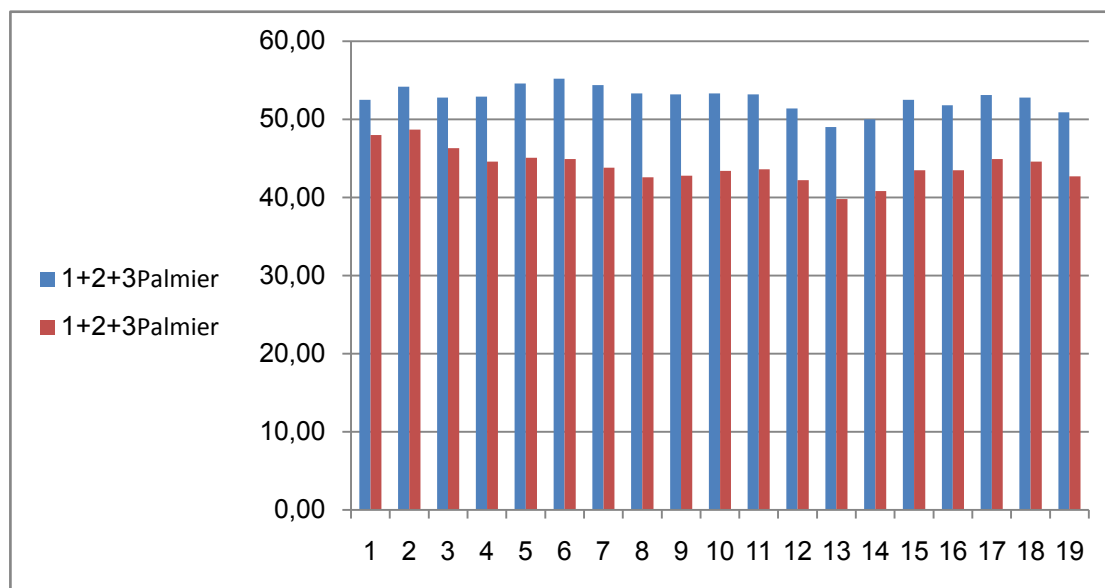


Figure 46: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les valeurs de la figure 46 varient de 47,50% à 55,20% pour B et de 39,80% à 48,70% pour R. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 3, puis, une diminution est observée entre les pixels 4 et 9 et une légère stabilité est notée entre les pixels 10 et 14. Ces variations mettent en évidence la capacité des plantes à ajuster dynamiquement leur absorption lumineuse en réponse aux conditions fluctuantes, influençant ainsi leur croissance et leur performance photosynthétique

1.3.2.2. Orientation : Nord

Les valeurs de la figure 47 varient de 53,93% à 67,80% pour B et de 51,70% à 64,43% pour R. On observe des augmentations progressives jusqu'au pixel 20. Ces variations reflètent probablement une meilleure adaptation des folioles à la lumière ou des conditions environnementales favorables à ces points de mesure. La variation observée entre les pixels est relativement stable avec des augmentations légères et continues, sans changements drastiques.

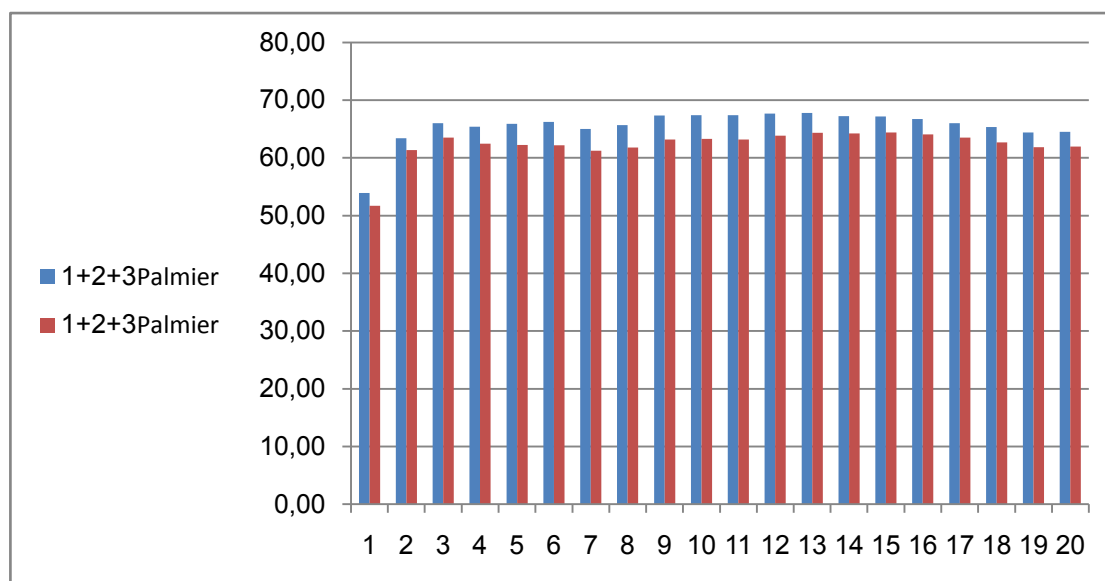


Figure 47: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.3.2.2. Orientation : Sud

Les valeurs de la figure 48 varient de 57.87% à 72.80% pour B et de 57.20% à 68.10% pour R. On observe une tendance générale d'augmentation progressive des taux d'absorption de lumière à travers les pixels mesurés, avec des valeurs initialement plus basses au début (par exemple, pixels 1 à 4) et des augmentations progressives jusqu'au pixel 20.

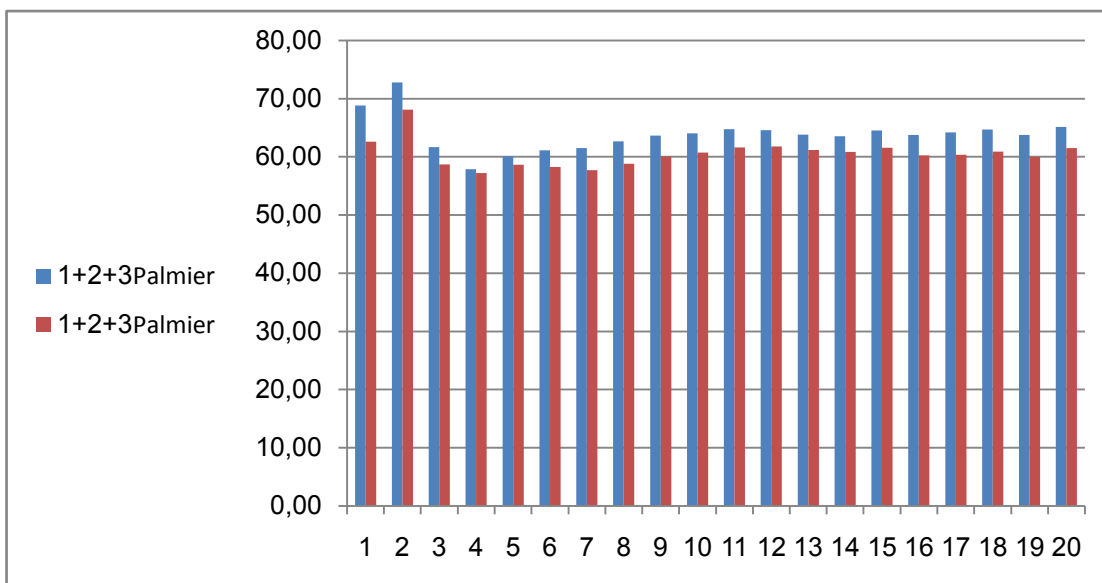


Figure 48: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.3.3. Folioles : Basales

1.3.3.1. Orientation : Est

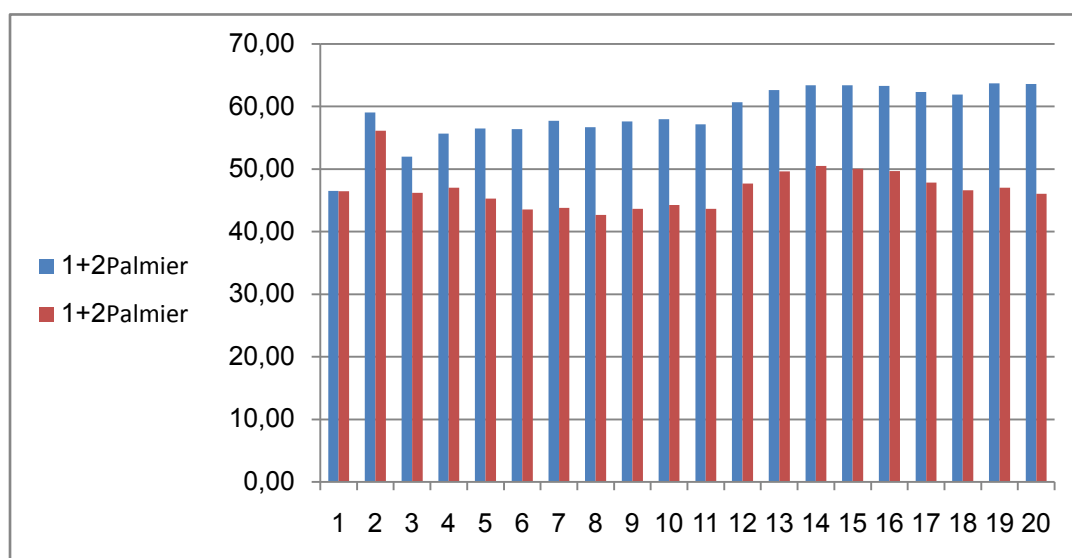


Figure 49: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les valeurs de la figure 49 varient de 46.50% à 63.70% pour B et de 43.55% à 56.15% pour R. On observe une tendance générale d'augmentation progressive des taux d'absorption à travers les pixels mesurés, avec des valeurs initialement plus basses au début (par exemple, pixels 1 à 2) et des augmentations modérées continues

jusqu'au pixel 20. Ces variations peuvent indiquer une adaptation des folioles à la lumière ou des conditions environnementales favorables à ces points de mesure.

1.3.3.2. Orientation : Ouest

On observe d'après la figure 50 deux phases distinctes d'augmentation des taux d'absorption. La première phase se situe aux pixels 1 à 3, où les valeurs augmentent progressivement de 43.30% à 60.40% pour les rayons bleus (B) et de 41.00% à 59.90% pour les rayons rouges (R). Ensuite, une deuxième phase d'augmentation se produit aux pixels 4 à 20, où les valeurs continuent à augmenter progressivement jusqu'à atteindre un pic maximal de 71.20% pour les rayons bleus et 64.50% pour les rayons rouges. Cette distinction suggère peut-être des mécanismes d'adaptation différents ou des réponses différenciées aux conditions environnementales entre les deux phases.

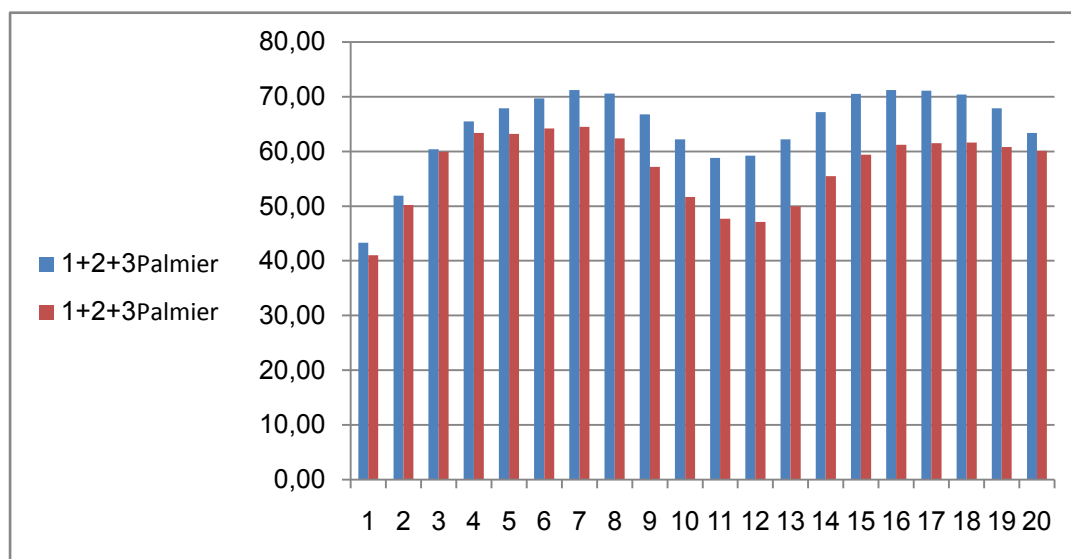


Figure 50: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.3.3.3. Orientation : Nord

Les valeurs varient de 55.67% à 65.23% pour B et de 48.80% à 55.47% pour R. On observe une tendance générale d'augmentation progressive des taux d'absorption à travers les pixels mesurés, avec des valeurs qui augmentent de manière continue de 55.67% à 65.23% pour les rayons bleus et de 48.80% à 55.47% pour les rayons rouges.

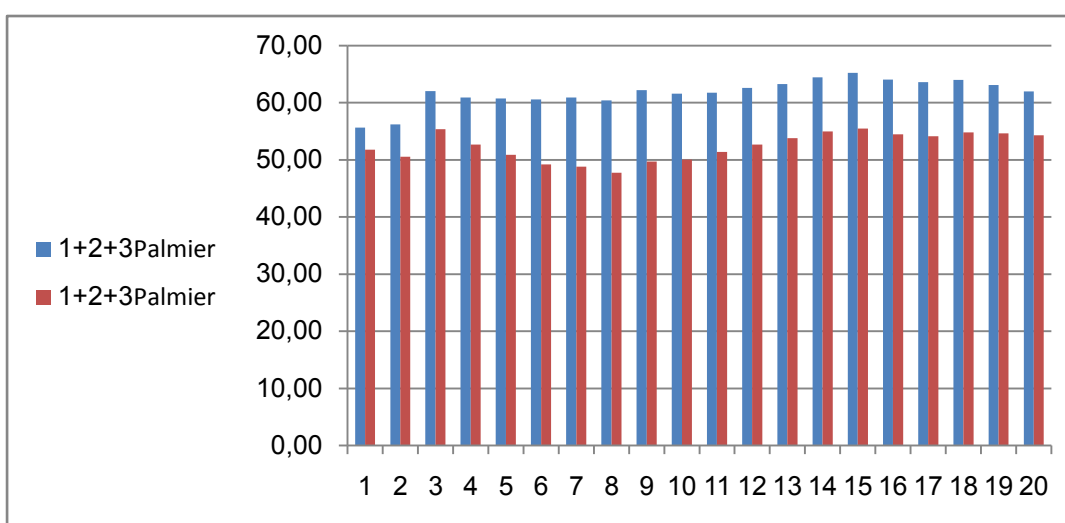


Figure 51: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.3.3.4. Orientation : Sud

Les valeurs de la figure 52 se varient de 54.40% à 63.80% pour les rayons bleus et de 46.93% à 58.97% pour les rayons rouges. On observe plusieurs tendances d'augmentation et de diminution des taux d'absorption. Notamment, il y a une augmentation notable des taux d'absorption des rayons bleus entre les pixels 1 à 2 et 11 à 12. Par contre, on observe des diminutions des taux d'absorption des rayons bleus entre les pixels 2 à 4 et 14 à 17.

Pour les rayons rouges, on note une tendance d'augmentation de l'absorption de 7 à 9 et de 16 à 20. En revanche, il y a une diminution des taux d'absorption des rayons rouges entre les pixels 2 à 4 et 13 à 14.

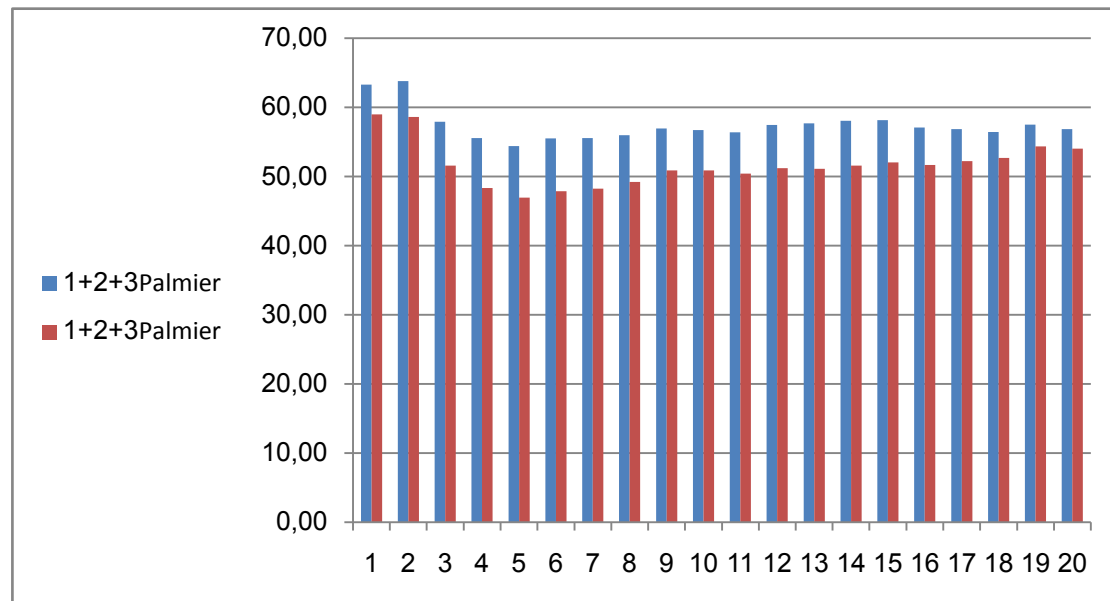


Figure 52: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

I-cultivar : Deglet Nour

1. Face inférieure

1.1. Palmes : externes

1.1.1. Folioles : apicales

1.1.1.1. Orientation : Est

Dans la figure 53, les taux d'absorption des rayons bleus augmentent de manière significative, passant de 72.35% à 86.10% entre les pixels 1 et 6. En parallèle, les taux d'absorption des rayons rouges augmentent de manière plus modérée, passant de 49.55% à 58.45% au même intervalle. Cela suggère une réponse adaptative forte des folioles apicales à la lumière disponible, optimisant ainsi leur capacité d'absorption. À partir du pixel 7, les taux des rayons rouges continuent à augmenter légèrement jusqu'à environ 66% au pixel 13, avant de se stabiliser autour de 62-65%.

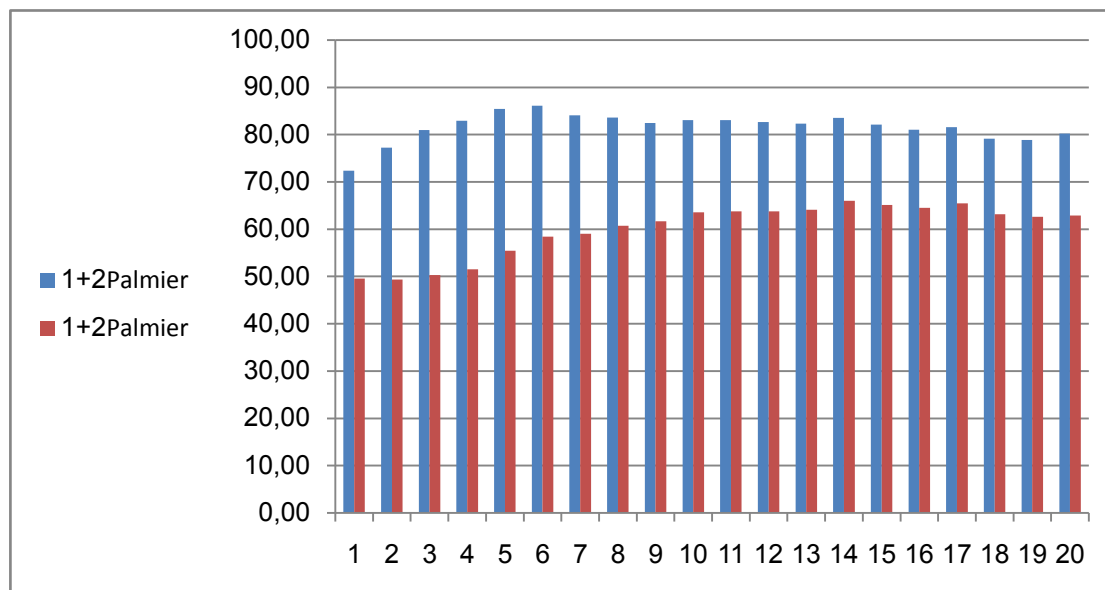


Figure 53: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Noir ».

1.1.1.2. Orientation : Ouest

Cette figure présente les taux d'absorption pour les rayons bleus qui sont supérieurs à ceux des rayons rouges, avec une différence initiale de 12.00% (64.00% pour B contre 52.00% pour R). Les taux d'absorption augmentent progressivement jusqu'à atteindre des plateaux autour de 81.10% pour B et 77.60% pour R.

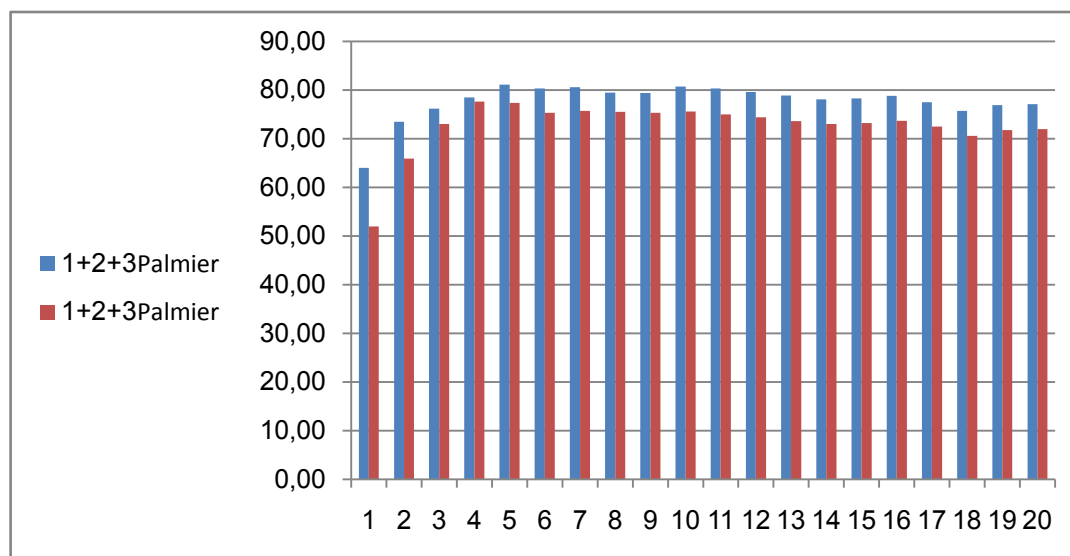


Figure 54: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Noir ».

1.1.1.3. Orientation : Nord

Dans la figure 55, les folioles montrent une légère préférence pour l'absorption des rayons bleus, avec un taux initial de 58.50% pour B contre 56.50% pour R. les taux d'absorption augmentent progressivement pour atteindre des plateaux autour de 75.13% pour les bleus et 73.20% pour les rouges. Les valeurs maximales pour les deux types de rayons sont observées vers la 14 et 15 pixels observation, soulignant une réponse rapide et adaptative des folioles aux variations de la lumière

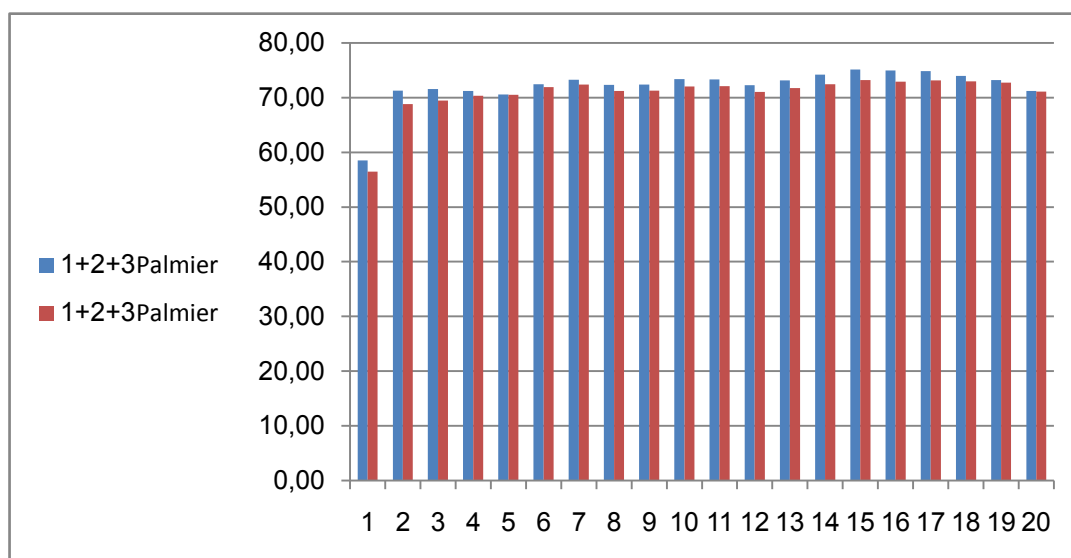


Figure 55: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.1.3. Orientation : Sud

Les résultats de la figure 56 montrent une augmentation générale dans l'absorption des rayons bleus par rapport aux rayons rouges tout au long des observations. Initialement, les folioles apicales absorbent à un taux de 50.60% pour les rayons bleus et 44.50% pour les rayons rouges. Cette différence se maintient à travers les observations, avec des valeurs maximales atteignant 73.27% pour les rayons bleus et 62.50% pour les rayons rouges. Cette tendance suggère une préférence pour l'absorption des rayons bleus, ce qui pourrait indiquer une adaptation pour maximiser la photosynthèse sous des conditions lumineuses variables.

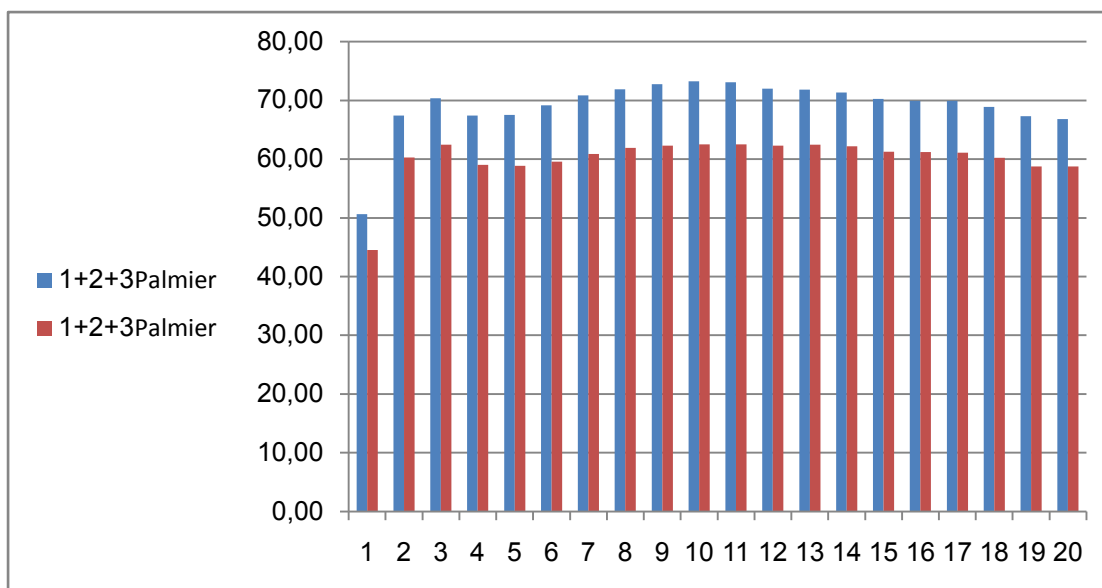


Figure 56: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.2. Folioles : médianes

1.1.2.1. Orientation : Est

D'après la figure 57, on note une augmentation significative des taux d'absorption pour les deux types de rayons, passant de 33.65% à environ 56% pour les pixels 1 à 2, puis à des valeurs plus élevées pour les pixels suivants. Cette tendance suggère une phase d'adaptation rapide où les folioles optimisent leur capacité d'absorption de la lumière. Les taux d'absorption des rayons bleus atteignent leur maximum à 65.10% au pixel 6, tandis que les taux des rayons rouges culminent à 58.80% au pixel 20.

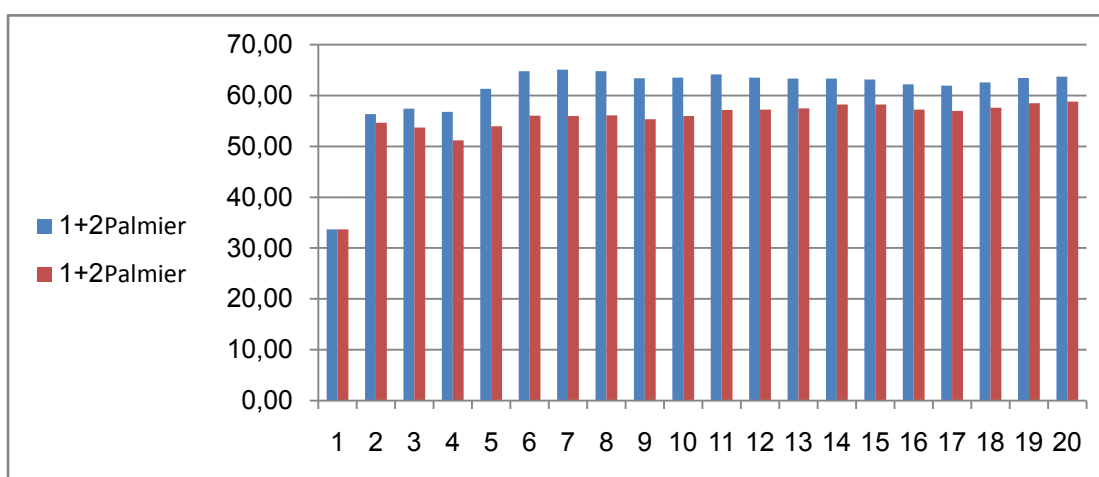


figure 57: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.2.2. Orientation : Ouest

Selon la figure 58, les taux d'absorption pour les rayons bleus sont supérieurs à ceux des rayons rouges, avec une différence de départ de 6.00% (46.00% pour B contre 40.00% pour R). Les taux d'absorption augmentent progressivement jusqu'à atteindre des plateaux autour de 79.20% pour les bleus et 69.00% pour les rouges. Cette tendance montre une absorption stable et élevée tout au long de l'observation, indiquant une efficacité constante des folioles médianes externes à capturer la lumière.

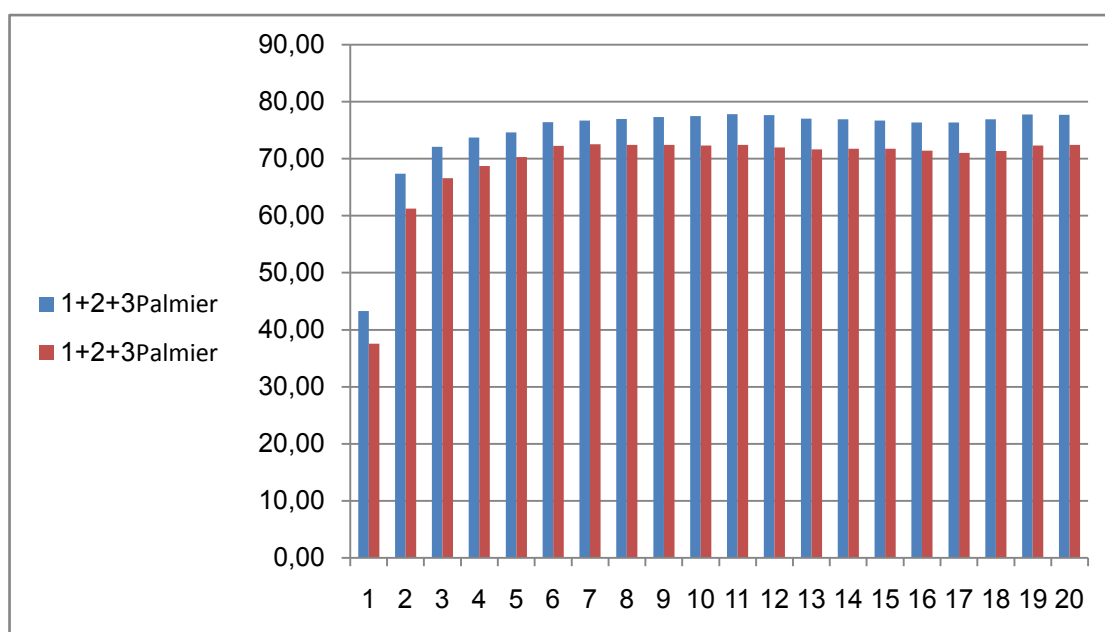


Figure 58: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.2.3. Orientation : Nord

Selon la figure 59, les folioles montrent une préférence pour l'absorption des rayons bleus, avec un taux initial de 43.30% pour B contre 37.53% pour R. Au fur et à mesure des observations, allant de 1 à 20, les taux d'absorption augmentent de manière progressive pour atteindre des plateaux autour de 77.77% pour les bleus et 72.40% pour les rouges. Cette tendance stable et croissante démontre une efficacité constante des folioles médianes externes à capturer la lumière tout au long de la journée.

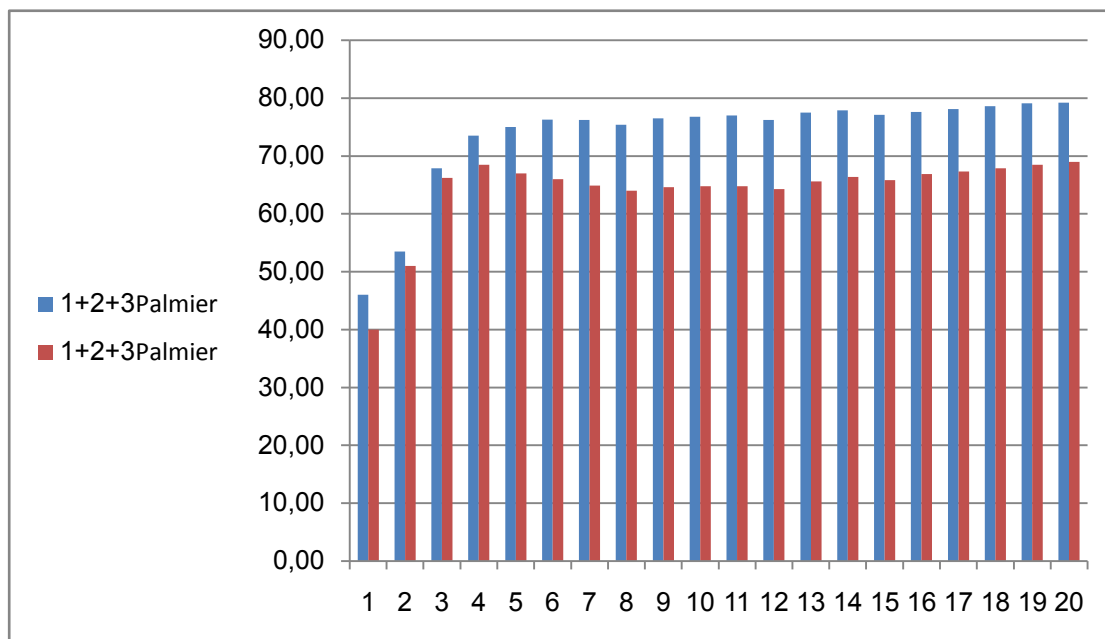


Figure 59: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.2.4. Orientation Sud

Les résultats de la figure 60 montrent une tendance croissante dans l'absorption des rayons bleus par rapport aux rayons rouges. Initialement, les folioles médianes absorbent à un taux de 45.87% pour les rayons bleus et 42.67% pour les rayons rouges. Au fil des observations, les taux d'absorption des deux types de rayons montrent une augmentation progressive, avec des valeurs maximales atteignant 79.10% pour les rayons bleus et 66.17% pour les rayons rouges.

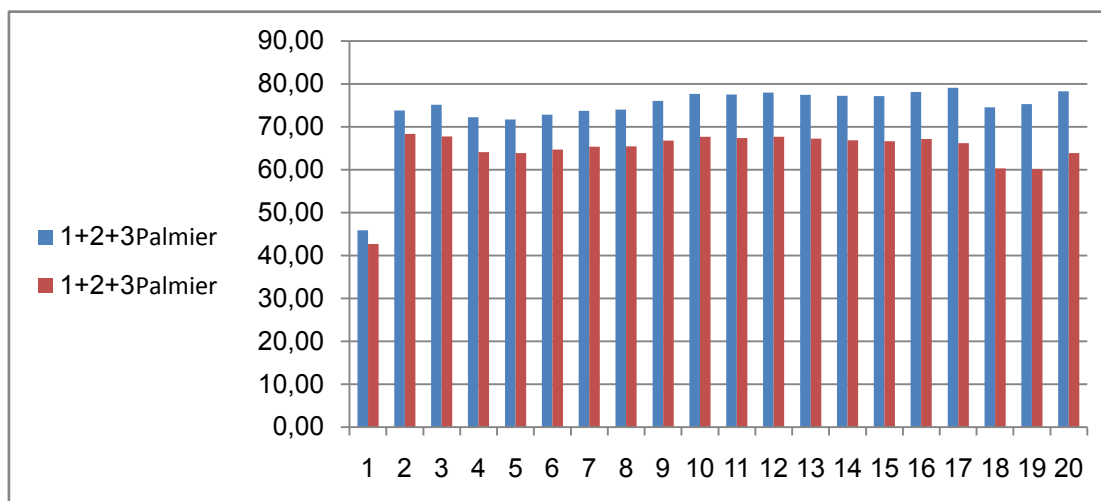


Figure 60: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.3. Folioles : basales

1.1.3.1. Orientation : Est

Les taux d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) par la face inférieure des folioles basales varient respectivement de 58.25% à 75.05% pour B et de 55.80% à 64.75% pour R. On observe une augmentation initiale significative des taux d'absorption des rayons bleus jusqu'au pixel 5, suivie d'une diminution progressive. Les taux d'absorption des rayons rouges suivent une tendance similaire, avec une augmentation jusqu'au pixel 2, suivie de fluctuations et une diminution à partir du pixel 6.

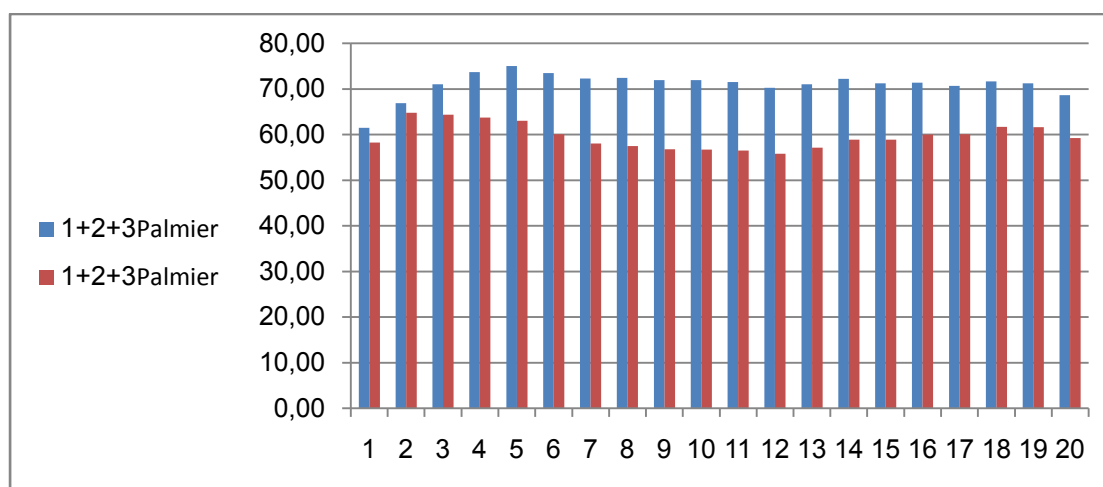


Figure 61: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Est pour le cultivar « Deglet Noir ».

1.1.3.2. Orientation : Ouest

Selon la figure 62, Les taux d'absorption pour les rayons bleus sont plus élevés que pour les rayons rouges, avec une différence initiale de 11.70% (63.90% pour B contre 52.20% pour R). Au fil des observations, représentant les pixels de 1 à 20, les taux d'absorption augmentent progressivement jusqu'à atteindre des plateaux autour de 80.40% pour les bleus et 77.00% pour les rouges. Cette tendance montre une absorption stable et élevée tout au long de l'observation, indiquant une efficacité constante des folioles basales externes à capturer la lumière.

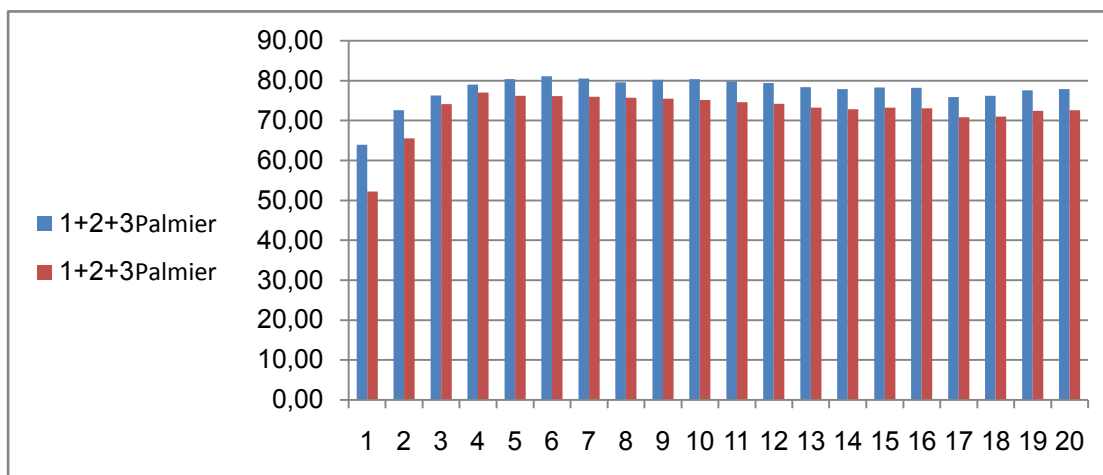


Figure 62: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.3.3. Orientation : Nord

D'après la figure 63, les folioles montrent une légère préférence pour l'absorption des rayons bleus, avec un taux initial de 47.93% pour B contre 45.17% pour R. les taux d'absorption augmentent progressivement pour atteindre des plateaux autour de 74.67% pour les bleus et 69.63% pour les rouges. Les valeurs maximales pour les deux types de rayons sont atteintes vers la 18ème et 19ème pixel, montrant une réponse adaptative rapide des folioles aux conditions lumineuses changeantes.

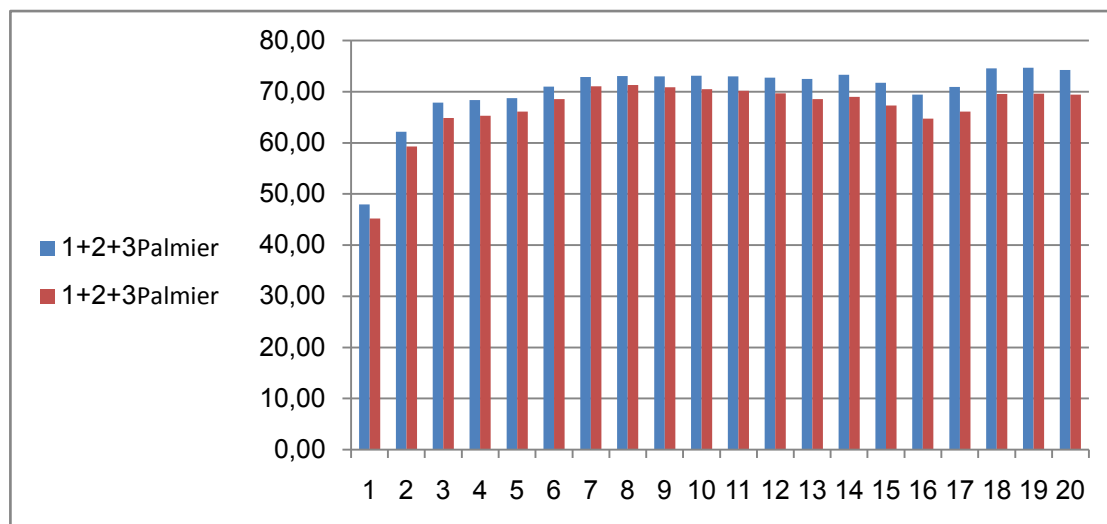


Figure 63: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.3.4. Orientation : Sud

Les résultats de la figure 64 indiquent une absorption initiale plus élevée pour les rayons bleus, avec un taux de 68.87%, comparativement à 63.40% pour les rayons rouges. Les valeurs maximales d'absorption restent relativement constantes, montrant une capacité des folioles basales à maintenir des performances constantes dans leur capacité à absorber la lumière. Cette capacité est cruciale pour optimiser la photosynthèse et favoriser la croissance des palmiers dattiers.

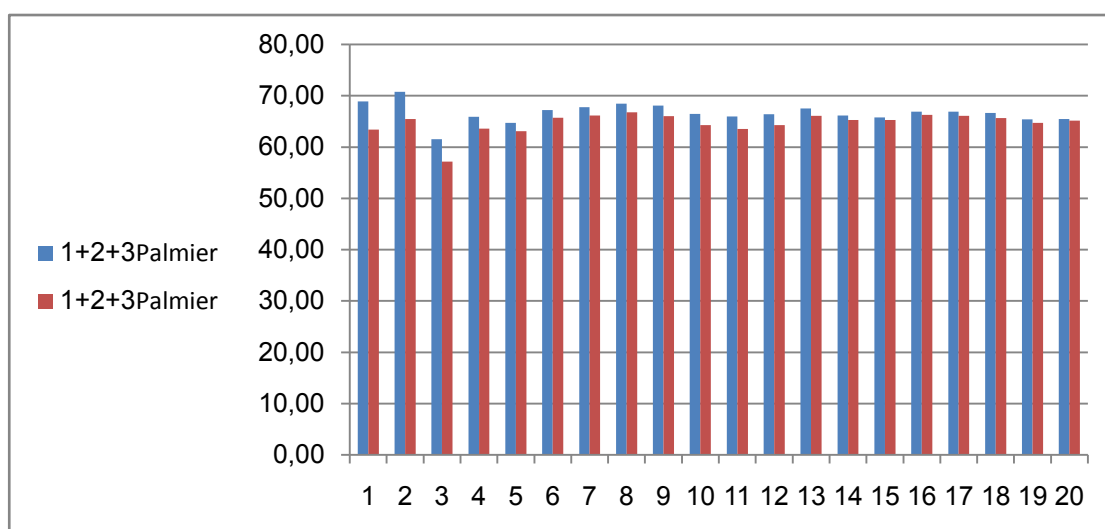


Figure 64: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

1. Face inférieure

1.2. Palmes : médianes

1.2.1. Folioles : apicales

1.2.1.1. Orientation : Est

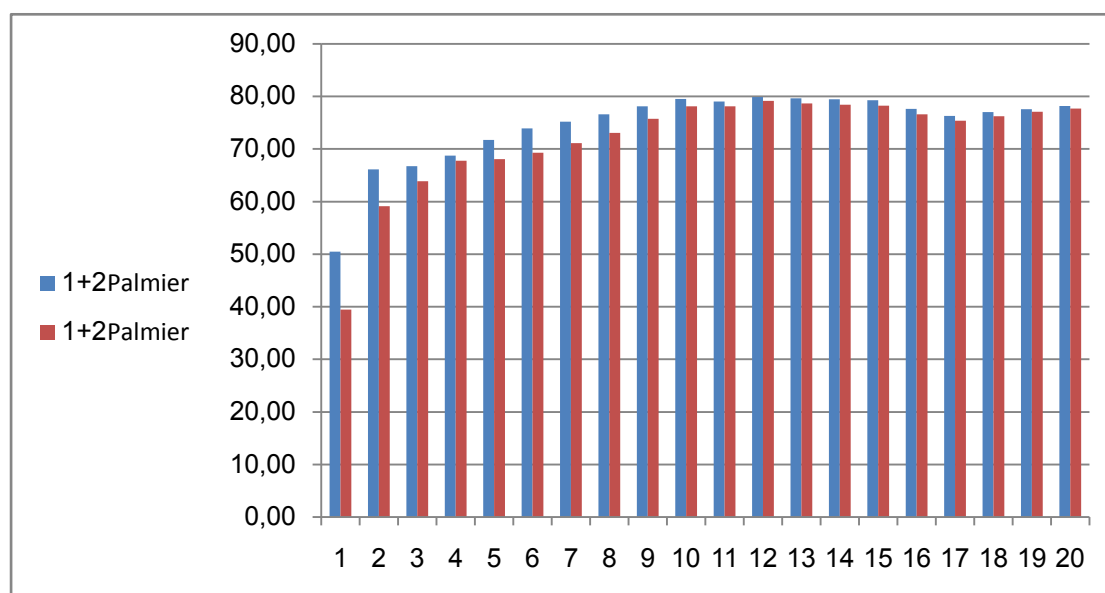


Figure 65 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les taux d'absorption présentés dans la figure 65 sont relativement bas, avec 50.45% pour les bleus et 39.45% pour les rouges. Cependant, une augmentation progressive et régulière est observée, atteignant 68.75% pour les bleus et 67.80% pour les rouges, puis 75.20% pour les bleus et 71.15% pour les rouges. Cette tendance continue, culminant à 79.90% pour les bleus et 79.15% pour les rouges, indiquant une efficacité d'absorption maximale. Une légère stabilisation se produit ensuite, les taux restant élevés, autour de 77-79% pour les bleus et 76-78% pour les rouges.

1.2.1.2. Orientation : Ouest

Les taux d'absorption présentés dans la figure 66 pour les rayons bleus sont légèrement supérieurs à ceux des rayons rouges, avec une différence initiale de 4.50% (59.20% pour B contre 54.70% pour R). Les taux d'absorption augmentent progressivement jusqu'à atteindre des plateaux autour de 76.70% pour les bleus et 73.20% pour les rouges. Cette tendance montre une absorption stable et élevée tout au

long de l'observation, indiquant une efficacité constante des folioles apicales médianes à capturer la lumière.

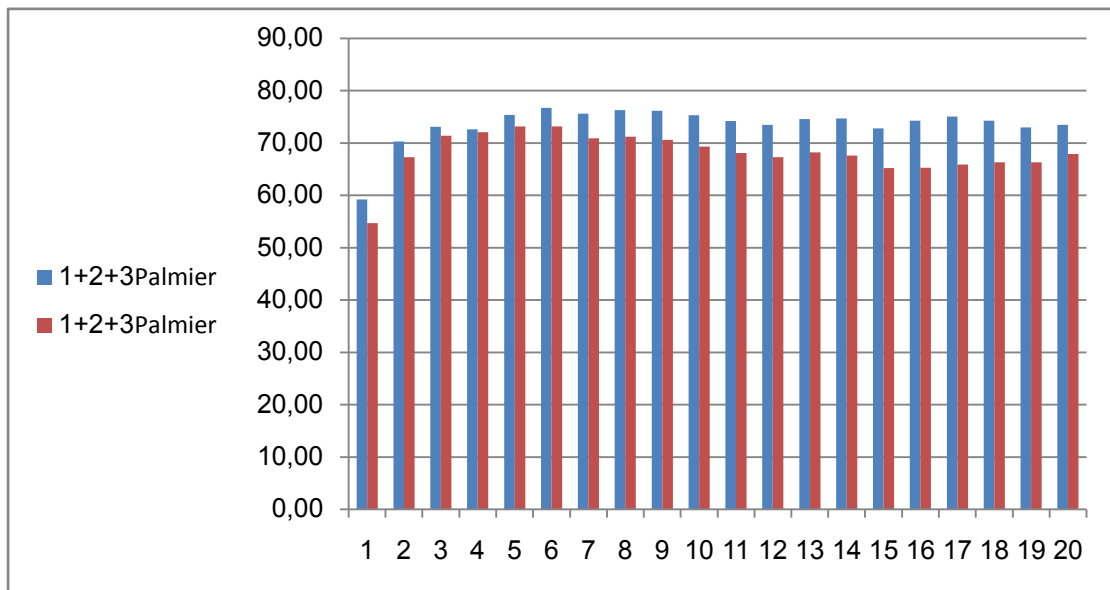


Figure 66: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.1.3. Orientation : Nord

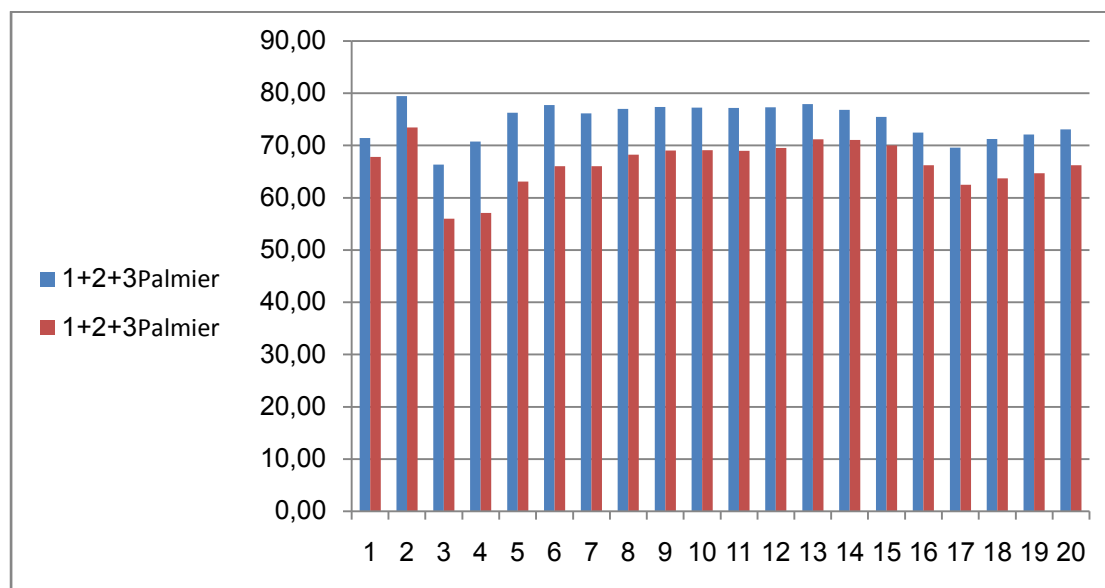


Figure 67: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

L'analyse des niveaux d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) sur les pixels des folioles apicales des palmes médianes révèle des fluctuations significatives. Les données montrent des périodes d'augmentation, comme une absorption maximale de 79.43% pour les rayons bleus, ainsi que des phases de diminution, avec des niveaux descendus à 55.97% pour les rayons rouges.

1.2.1.4. Orientation : Sud

D'après la figure 68, les valeurs pour B commencent à 47,73% au pixel 1, augmentent progressivement jusqu'à atteindre un pic de 76,60% au pixel 10, puis montrent une légère variation avec une valeur finale de 75,83% au pixel 20. Cette tendance suggère une adaptation initiale suivie d'une relative stabilité dans l'absorption lumineuse par les folioles apicales dans des conditions mesurées.

Quant aux rayons R, ils débutent à 41,40% au pixel 1, augmentent régulièrement jusqu'à un pic de 66,33% au pixel 17, puis montrent une légère diminution pour atteindre 64,80% au pixel 20. Cette augmentation suivie d'une légère diminution peut indiquer une optimisation progressive de l'absorption lumineuse par les folioles apicales sous différentes conditions environnementales.

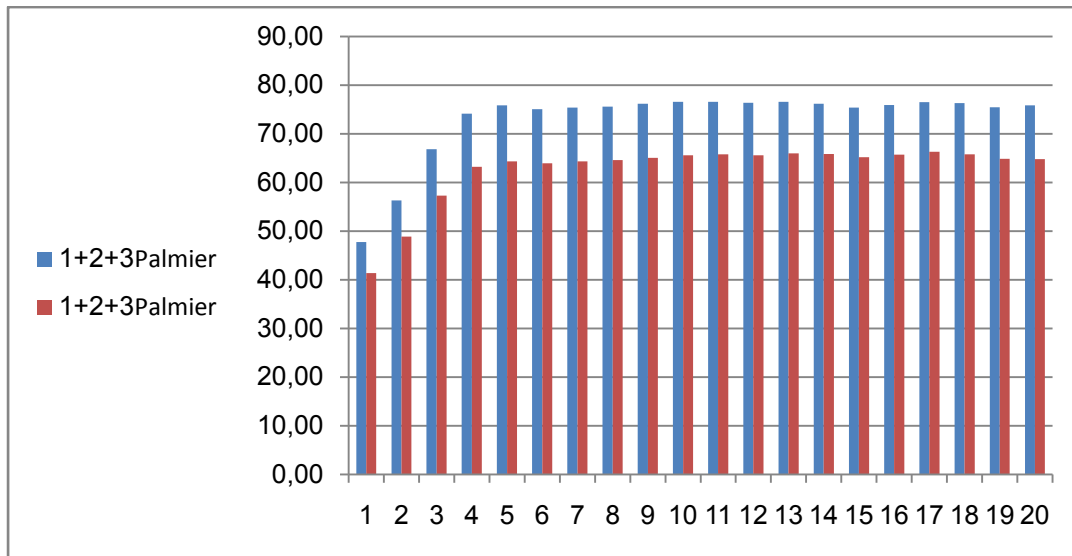


Figure 68: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.2. Folioles : médianes

1.2.2.1. Orientation : Est

Les taux d'absorption présentés dans la figure 69 augmentent rapidement, atteignant 71.45% pour les bleus et 66.25% pour les rouges, ce qui indique une optimisation rapide de la capacité d'absorption des feuilles. Après cette montée, une phase de plateau est observée, avec des taux d'absorption stables autour de 65-72% pour les bleus et de 64-66% pour les rouges, suggérant une absorption efficace et stable de la lumière. Une légère augmentation est ensuite suivie d'une stabilisation, culminant à 73.80% pour les bleus et 66.15% pour les rouges, avant de se stabiliser autour de 71-72% pour les bleus et de 63-65% pour les rouges. Ces dynamiques indiquent une adaptation efficace des folioles pour maximiser la photosynthèse en réponse à des conditions environnementales variables.

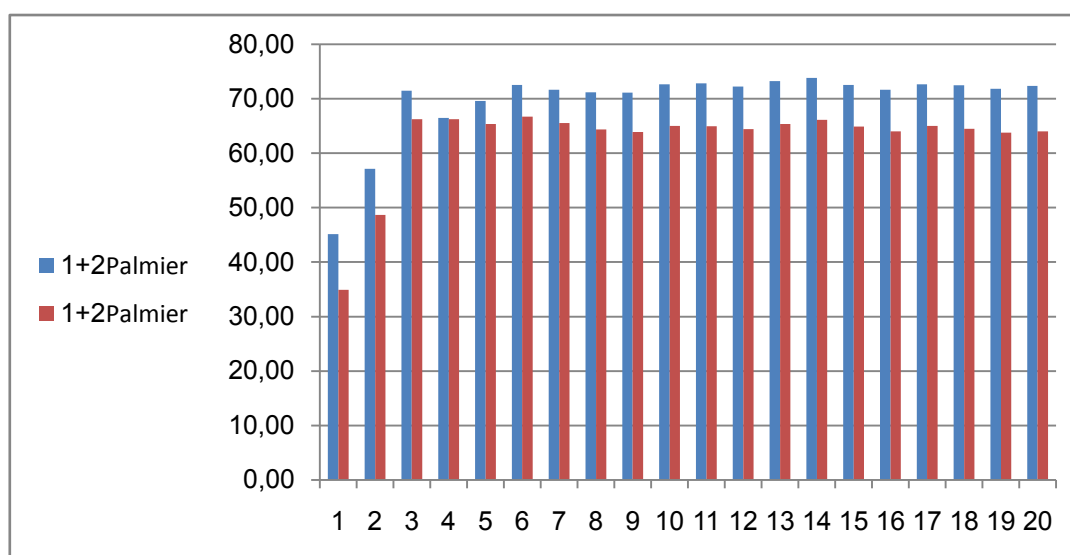


Figure 69: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.2.2. Orientation : Ouest

La figure 70 présente les taux d'absorption pour les rayons bleus sont supérieurs à ceux des rayons rouges, avec une différence initiale de 6.90% (60.30% pour B contre 53.40% pour R). Les taux d'absorption augmentent progressivement jusqu'à atteindre des plateaux autour de 77.50% pour les bleus et 71.30% pour les rouges. Cette tendance montre une absorption stable et élevée tout au long de l'observation, indiquant une efficacité constante des folioles médianes à capturer la lumière.

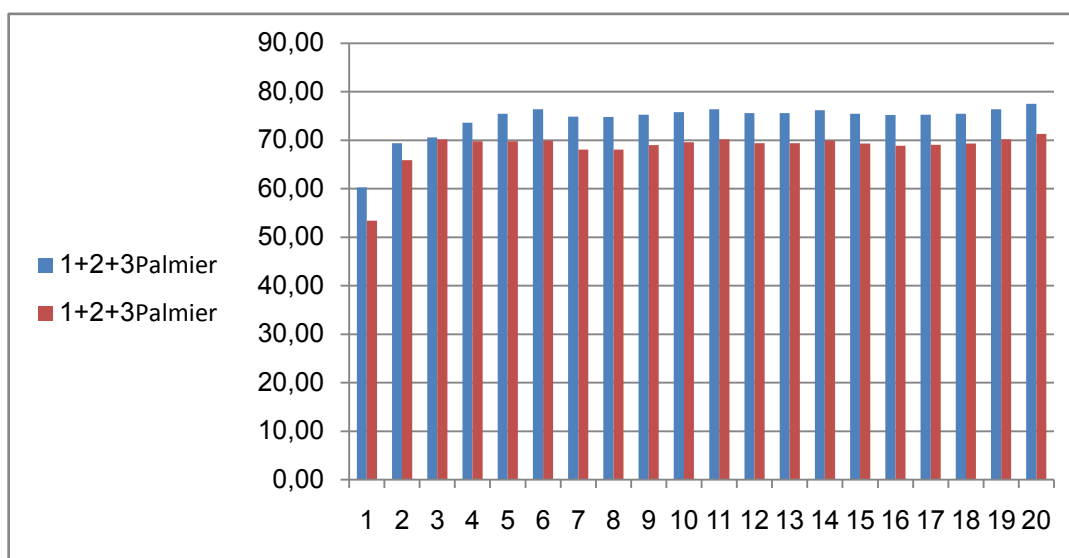


Figure 70: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.2.3. Orientation : Nord

D'après la figure 71, les folioles montrent une légère préférence pour l'absorption des rayons bleus, avec un taux initial de 42.50% pour B contre 40.30% pour R. Au cours des observations, les taux d'absorption augmentent progressivement pour atteindre des plateaux autour de 76.67% pour les bleus et 75.70% pour les rouges vers la fin de la série. Cette tendance constante et croissante démontre la capacité des folioles médianes des palmes médianes à capter efficacement la lumière tout au long de la journée.

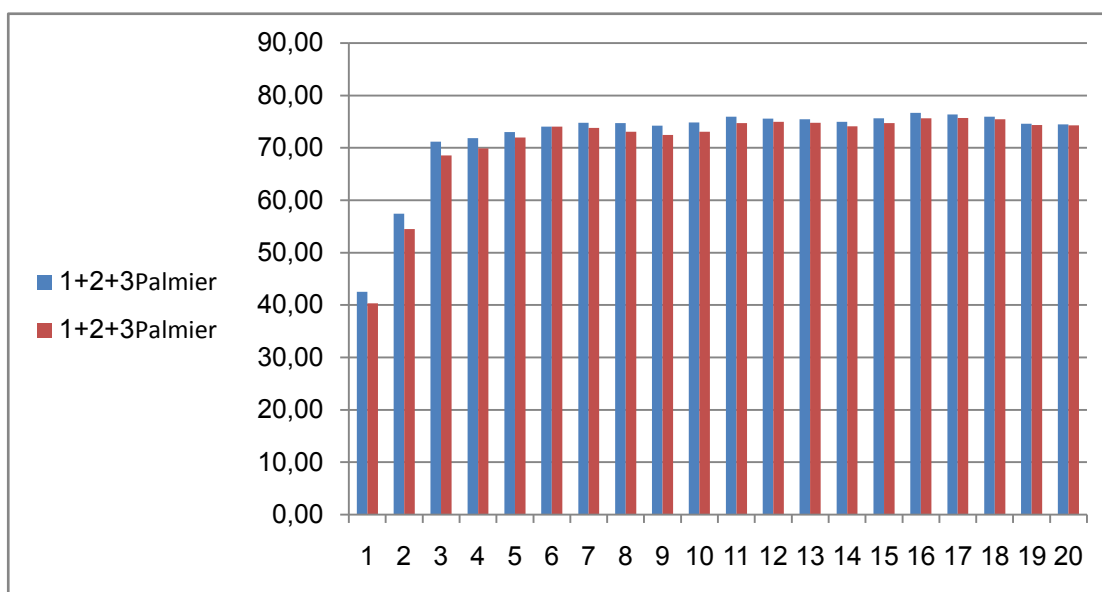


Figure 71: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.2.4. Orientation Sud

Les données de la figure 72 révèlent une variabilité substantielle dans les pourcentages d'absorption pour les deux types de rayons. Initialement, les valeurs de B débutent à 47,10% au pixel 1, atteignent leur pic à 77,47% au pixel 13, puis déclinent légèrement vers 75,40% au pixel 20. Cette augmentation initiale suivie d'une légère diminution suggère une adaptation progressive des folioles pour maximiser l'absorption lumineuse dans des conditions favorables. Un pic à 76,27% au pixel 9, suivi d'une légère diminution vers 73,97% au pixel 20.

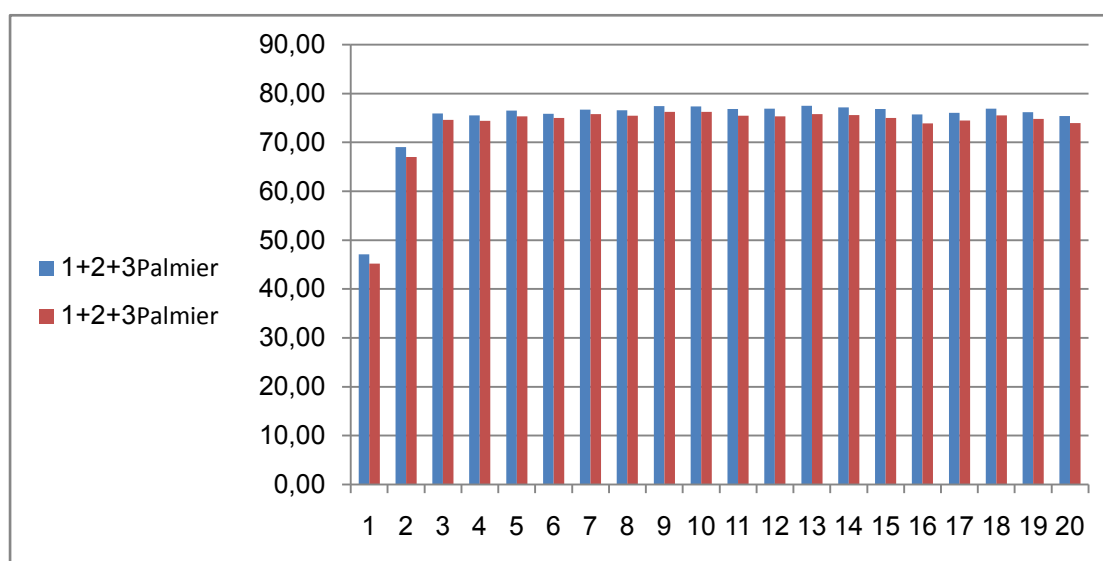


Figure 72: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.2. Folioles : basales

1.2.3.1. Orientation : Est

Les taux d'absorption des rayons bleus et rouges augmentent de manière significative, passant de 70.35% à 81.05% pour les bleus et de 62.50% à 75.45% pour les rouges, entre les pixels 1 et 2. Cette augmentation rapide suggère une optimisation de l'absorption lumineuse pour une meilleure photosynthèse.

Entre les pixels 2 et 12, les taux d'absorption montrent une certaine stabilité avec des variations mineures autour de 61-66% pour les bleus et de 60-62% pour les rouges, suggérant une phase de plateau où les folioles maintiennent une absorption efficace de

la lumière. Une autre tendance notable est l'augmentation à nouveau des taux d'absorption autour des pixels 12 et 14, atteignant 77.25% pour les bleus et 72.00% pour les rouges, avant de redescendre significativement à partir du pixel 15.

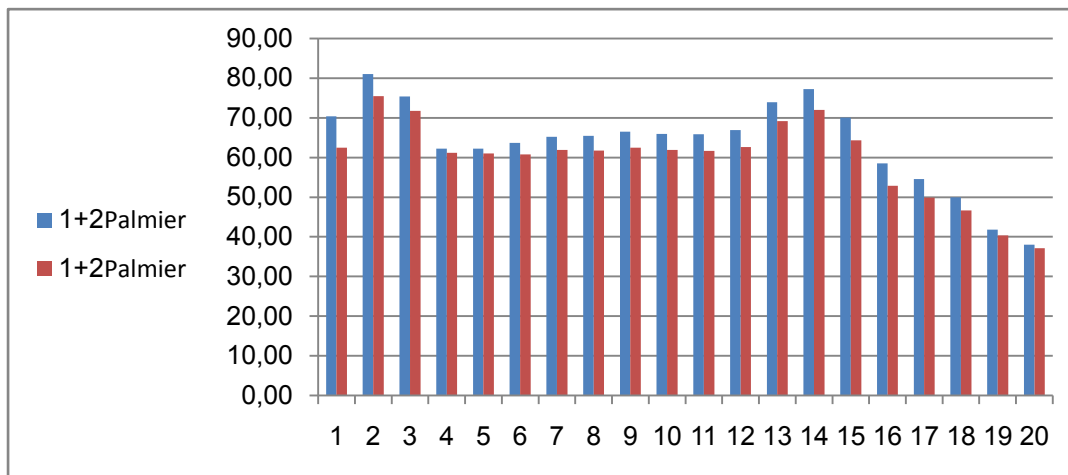


Figure 73: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.2.3.2. Orientation : Ouest

Les taux d'absorption pour les rayons bleus sont légèrement supérieurs à ceux des rayons rouges, avec une différence initiale de 3.30% (60.50% pour B contre 57.20% pour R). Au cours des observations, représentant les pixels de 1 à 16, les taux d'absorption augmentent progressivement jusqu'à atteindre des plateaux autour de 78.70% pour les bleus et 69.10% pour les rouges.

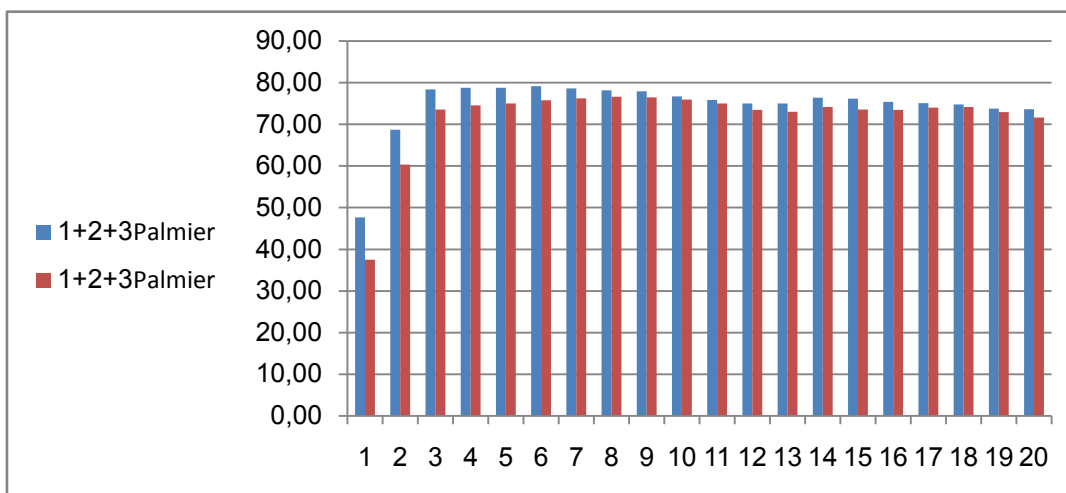
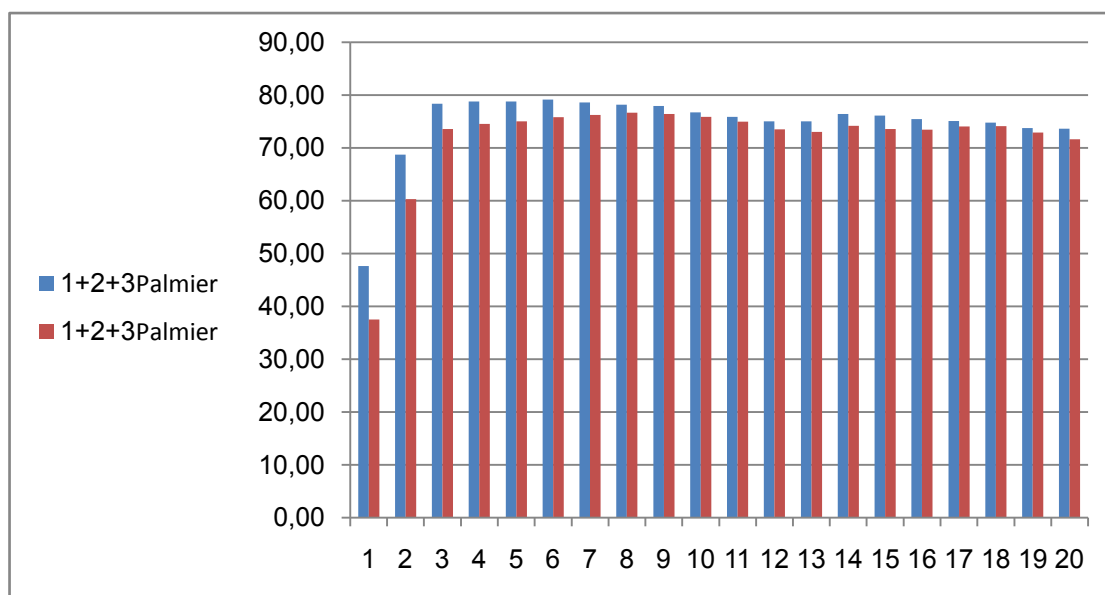


Figure 74: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Noir ».

1.2.3.3. Orientation : Nord

Les folioles montrent une capacité d'absorption plus élevée pour les rayons bleus, avec un taux initial de 42.23% pour B contre 36.30% pour R. Au cours des observations, les taux d'absorption augmentent de manière progressive pour atteindre des plateaux autour de 78.60% pour les bleus et 75.30% pour les rouges vers la fin de la série. Cette tendance montre une réponse efficace et stable des folioles basales des



palmes médianes aux variations de la lumière tout au long de la journée.

Figure 75: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Noir ».

1.2.3.4. Orientation Sud

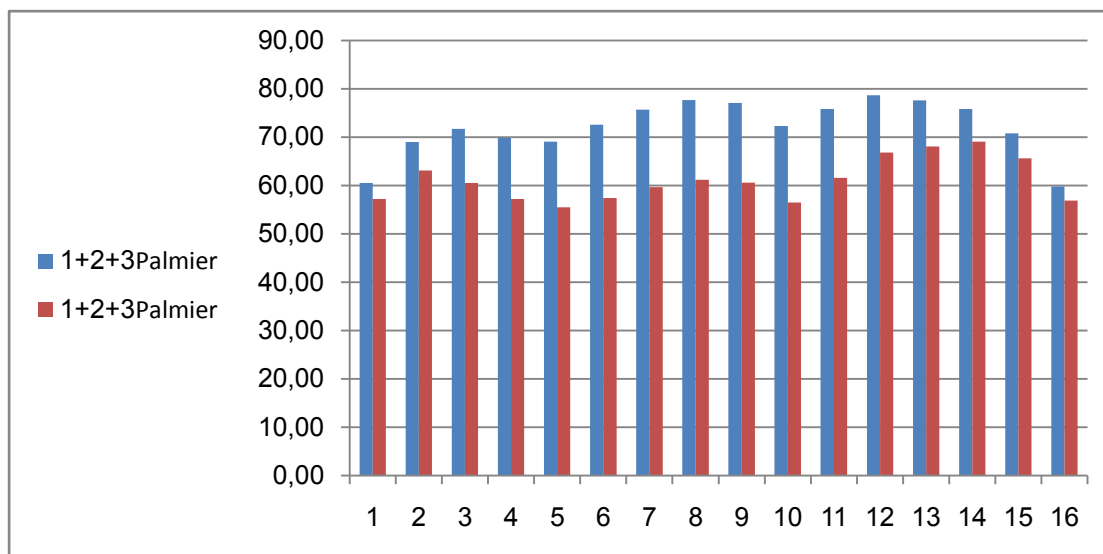


Figure 76: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les données pour les palmes médianes, folioles apicales, face supérieure, montrent une tendance à l'augmentation de l'absorption des rayons bleus (B) par rapport aux rayons rouges (R) au fil des observations. Initialement, les pourcentages d'absorption sont de 71.47% pour les rayons bleus et de 67.83% pour les rayons rouges. Cette différence augmente progressivement, atteignant des valeurs maximales de 79.43% pour les rayons bleus et de 73.47% pour les rayons rouges, indiquant une préférence accrue pour l'absorption des rayons bleus sur la face supérieure des feuilles de palmier dans les conditions observées.

1.3. Palmes : internes

1.3.1. Folioles : apicales

1.3.1.1. Orientation : Est

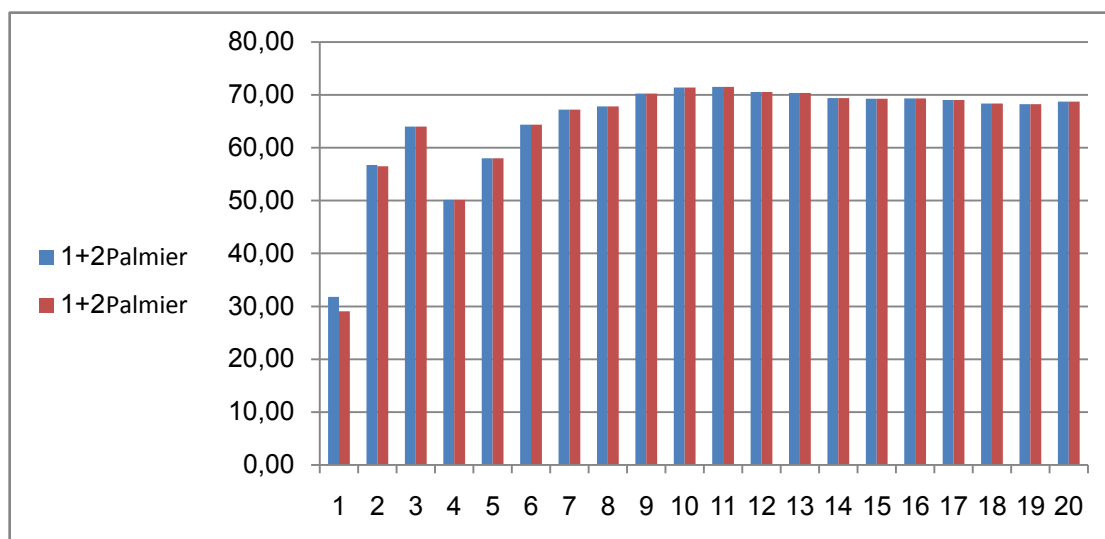


Figure 77: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Noir ».

Les taux d'absorption pour les deux types de rayons sont proches, avec une légère prédominance des rayons bleus (31.80% pour B et 29.05% pour R). Au fil des observations représentant les pixels de 1 à 20, les taux d'absorption augmentent de manière progressive jusqu'à atteindre des plateaux autour de 70.25% pour les rayons bleus et 64.00% pour les rayons rouges à partir de la 3ème observation.

1.3.1.2. Orientation : Ouest

Les folioles montrent une capacité d'absorption plus élevée pour les rayons bleus par rapport aux rayons rouges, avec une différence initiale notable de 7.60% (60.10% pour B contre 52.50% pour R). Les taux d'absorption augmentent progressivement pour atteindre des plateaux autour de 76.90% pour les bleus et 75.00% pour les rouges. Cette tendance montre une absorption stable et efficace tout au long de l'observation, soulignant la capacité des folioles apicales internes à maximiser leur captation de lumière.

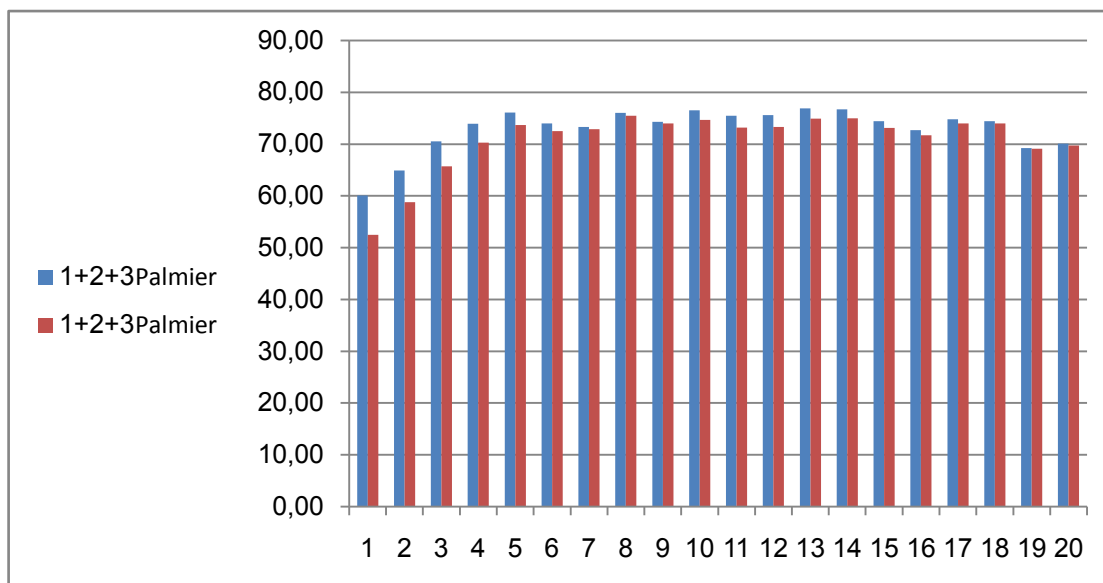


Figure 78: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.3.1.3. Orientation : Nord

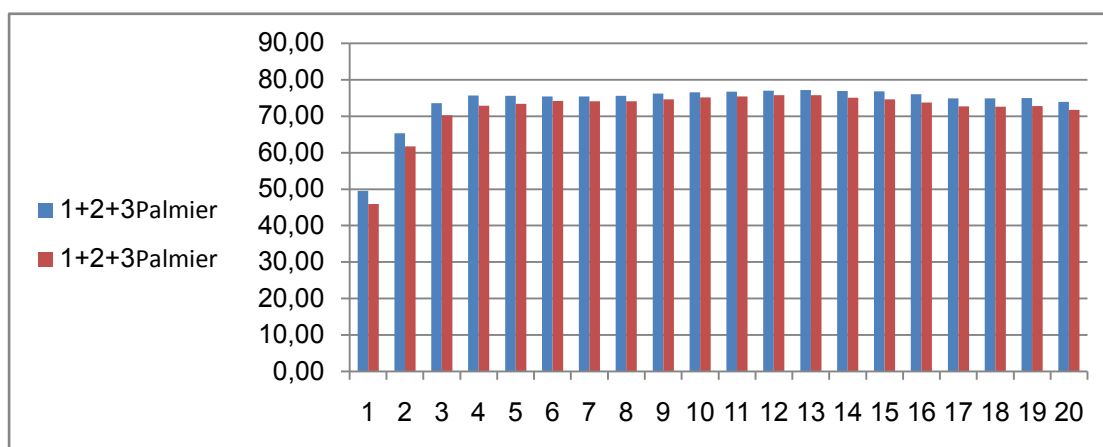


Figure 79: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les résultats de la figure 79 montrent une progression significative des taux d'absorption pour les rayons bleus et rouges tout au long des observations. Initialement, les folioles apicales absorbent légèrement plus les rayons bleus (49.53%) que les rayons rouges (45.93%). Les rayons bleus atteignant jusqu'à 77.17% et les rayons rouges jusqu'à 75.80%.

1.3.1.4. Orientation Sud

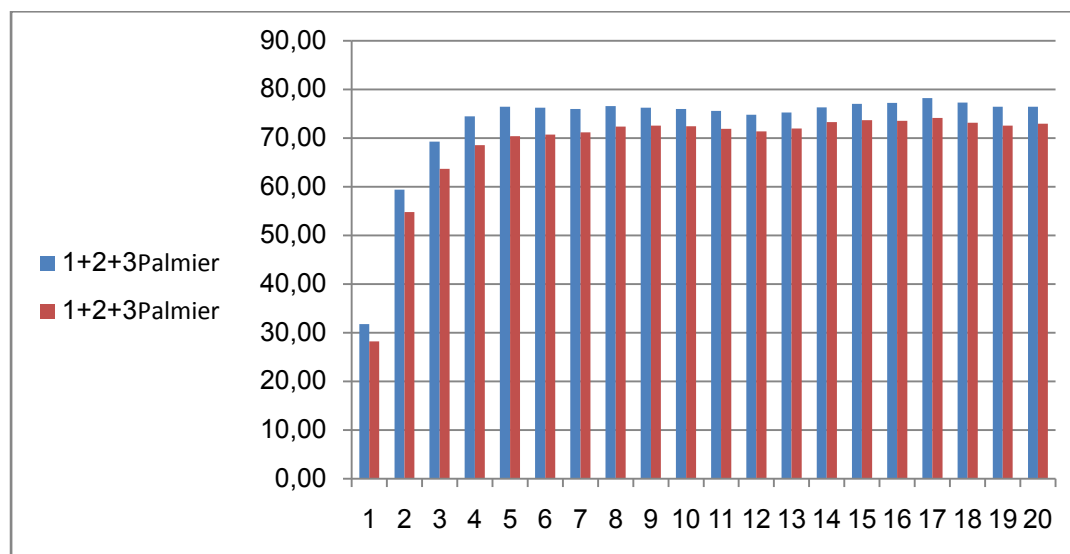


Figure 80: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les valeurs de B varient de 31.77% à 78.23%, tandis que celles de R varient de 28.23% à 74.17%. Une augmentation notable des taux d'absorption est observée principalement entre les pixels 1 et 6, ainsi qu'entre les pixels 12 et 17, indiquant une potentielle adaptation efficace des folioles aux conditions lumineuses ou environnementales à ces points de mesure. En revanche, une diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 6 et 12, ainsi qu'entre les pixels 17 et 20. Entre ces variations, les taux d'absorption semblent relativement stables, en particulier entre les pixels 7 et 11, où les valeurs d'absorption restent constantes.

1.3.2. Folioles : médianes

1.3.2.1. Orientation : Est

Les taux d'absorption sont distinctement plus élevés pour les rayons bleus (58.35%) par rapport aux rayons rouges (48.30%). Au fur et à mesure des observations représentant les pixels de 1 à 20, les taux d'absorption augmentent progressivement, atteignant des maximums de 67.00% pour les bleus et 64.40% pour les rouges. Le pic initial remarquable au pixel 2, avec des taux d'absorption particulièrement élevés (71.20% pour B et 64.40% pour R), pourrait être attribué à la concentration de la nervure principale dans la foliole. Les nervures principales des feuilles sont connues

pour concentrer la lumière et faciliter une meilleure absorption des rayons solaires, ce qui pourrait expliquer cette augmentation significative des taux d'absorption.

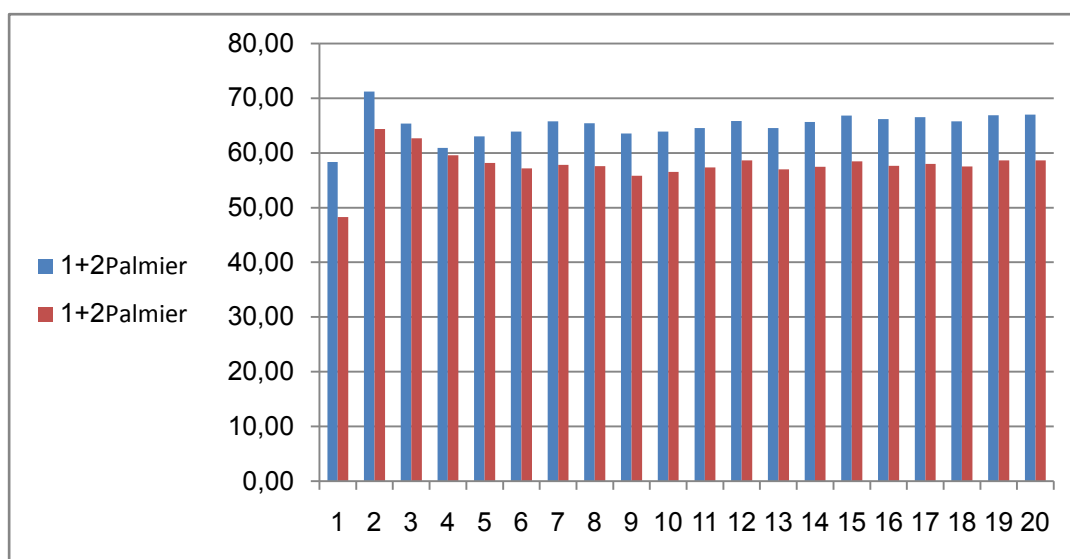


Figure 81: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.3.2.2. Orientation : Ouest

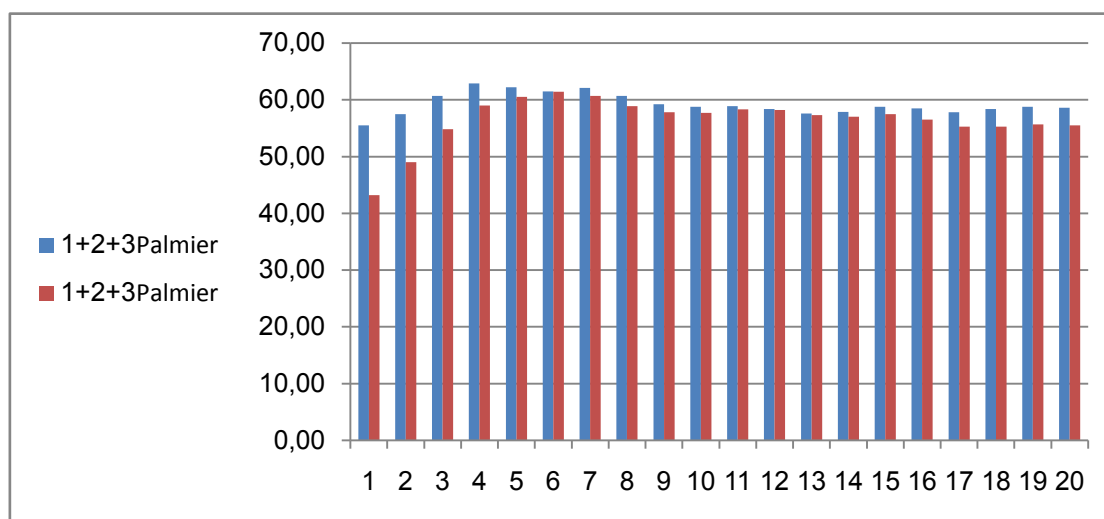


Figure 82: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les folioles montrent une capacité d'absorption supérieure pour les rayons bleus par rapport aux rayons rouges, avec une différence initiale notable de 12.30% (55.50% pour B contre 43.20% pour R). Les pixels de 1 à 20, les taux d'absorption augmentent progressivement pour atteindre des plateaux autour de 62.90% pour les bleus et 60.70% pour les rouges. Cette tendance montre une absorption stable et efficace tout

au long de l'observation, soulignant la capacité des folioles médianes internes à maximiser leur captation de lumière.

1.3.2.3. Orientation : Nord

Les résultats montrent une évolution intéressante des taux d'absorption des rayons bleus et rouges au fil des observations. Initialement, les folioles présentent des taux d'absorption plus élevés pour les rayons rouges (39.20%) par rapport aux rayons bleus (41.10%). Les taux d'absorption atteignent des valeurs maximales, avec les rayons bleus atteignant jusqu'à 67.93% et les rayons rouges jusqu'à 66.40%. Cette adaptabilité des folioles médianes suggère une capacité efficace à ajuster leur réponse à la lumière environnante, potentiellement cruciale pour optimiser la photosynthèse et la croissance des palmiers dattiers.

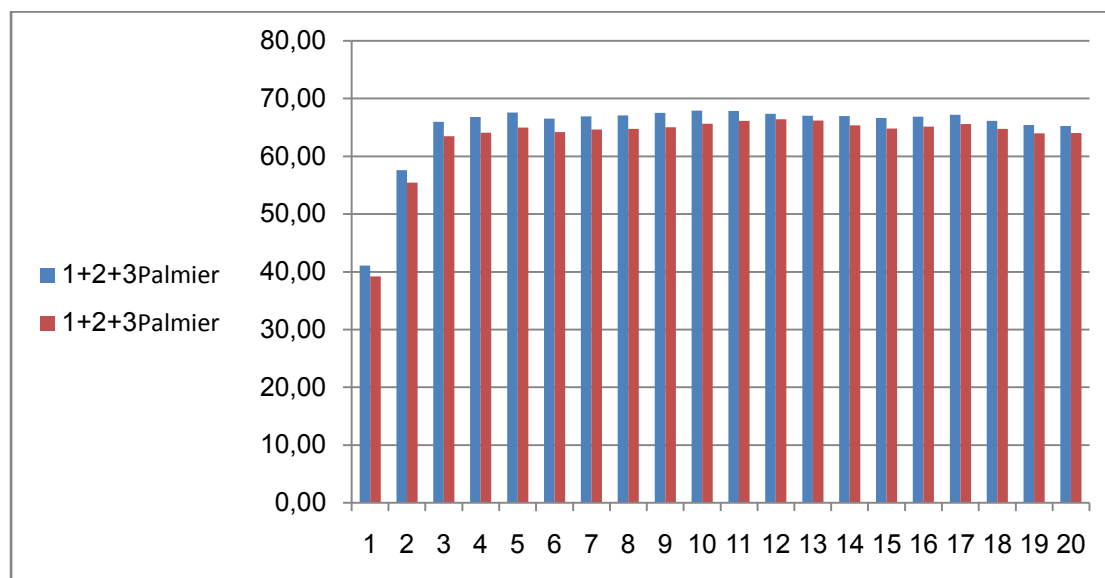


Figure 83: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.3.2.4. Orientation : Sud

Les valeurs de B varient de 43.13% à 67.83%, tandis que celles de R varient de 36.73% à 67.10%. On note une tendance générale à l'augmentation des taux d'absorption à mesure que l'on progresse des pixels 1 à 10. Cependant, entre les pixels 11 et 20, on observe une stabilité relative ou une légère diminution des taux d'absorption, suggérant une possible saturation ou une moindre efficacité d'absorption à ces points de mesure.

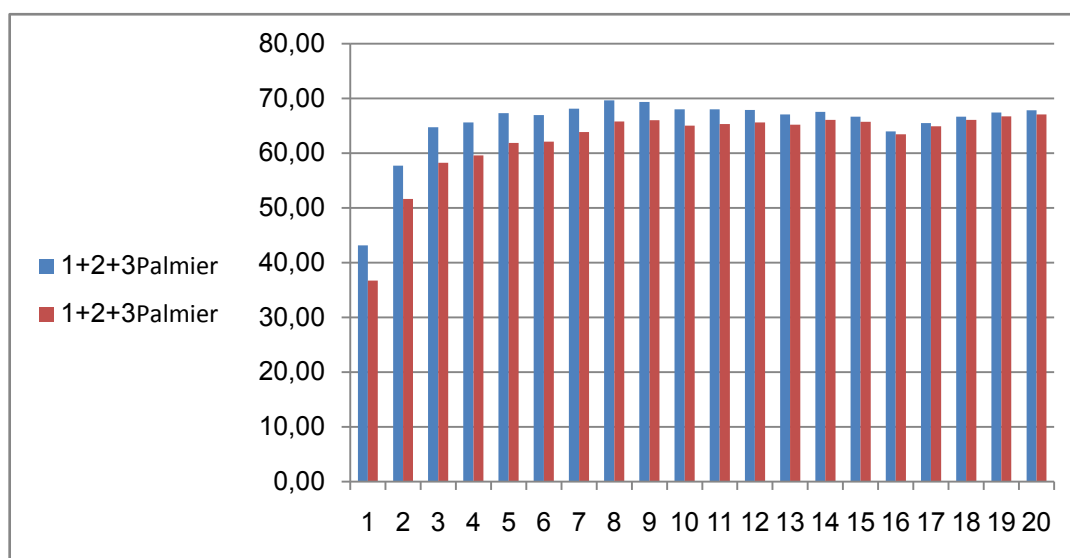


Figure 84: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.3.3. Folioles : basales

1.3.3.1. Orientation : Est

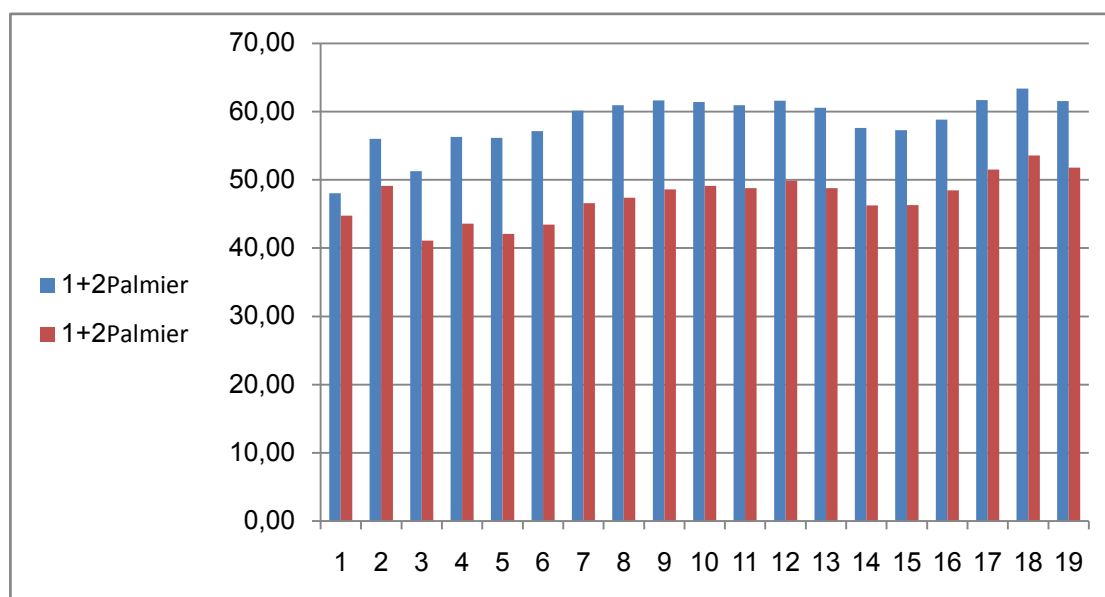


Figure 85: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Est pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les taux d'absorption augmentent progressivement (28.80% pour B et 28.30% pour R) et atteignent des maximums de 63.40% pour les bleus et 53.60% pour les rouges vers la 18ème pixels. On observe une préférence constante pour les rayons bleus par rapport aux rouges à partir de la troisième observation.

1.3.3.2. Orientation : Ouest

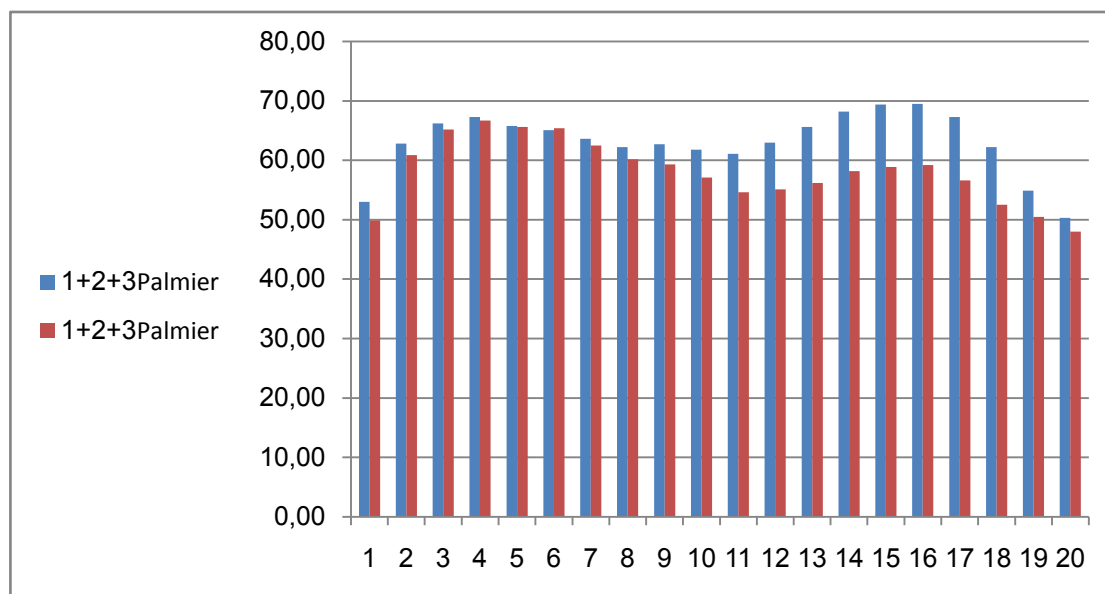


Figure 86: Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Deglet Noir» .

Les taux d'absorption pour les rayons bleus sont légèrement supérieurs à ceux des rayons rouges, avec une différence initiale de 3.10% (53.00% pour B contre 49.90% pour R). Puis, les taux d'absorption augmentent progressivement jusqu'à atteindre des plateaux autour de 69.50% pour les bleus et 59.20% pour les rouges. Les valeurs maximales pour les deux types de rayons sont atteintes vers la fin, soulignant une adaptation rapide et efficace des folioles basales internes à la lumière disponible.

1.3.3.3. Orientation : Nord

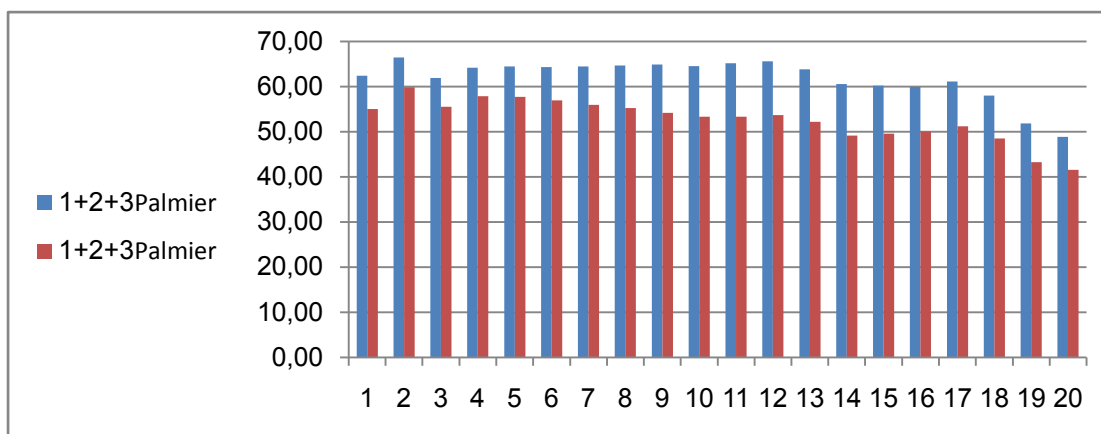


Figure 87 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Nord pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les résultats montrent initialement des taux d'absorption des rayons bleus à 62.43% et des rayons rouges à 55.03%, indiquant une préférence initiale marquée pour les rayons bleus. Ensuite, on observe une légère variation dans les taux d'absorption, avec des valeurs fluctuant entre 60.20% et 65.60% pour les bleus, et entre 41.53% et 59.83% pour les rouges.

1.3.3.4. Orientation Sud

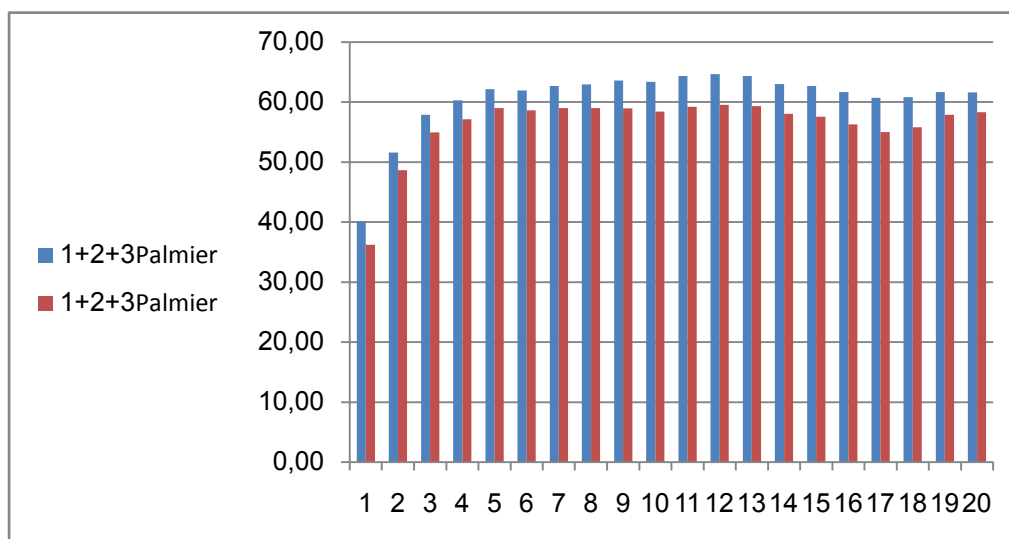


Figure 88 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouges par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Deglet Nour ».

Les valeurs de B débutent à 40,10% au pixel 1, augmentent progressivement jusqu'à un pic de 64,67% au pixel 13, puis montrent une légère variation avec une valeur finale de 61,63% au pixel 20. Pour les rayons R, les valeurs commencent à 36,23% au pixel 1, augmentent également de manière régulière jusqu'à un pic de 59,53% au pixel 13, puis montrent une légère variation avec une valeur finale de 58,30% au pixel 20. Cette augmentation suivie d'une stabilité suggère une capacité similaire d'adaptation des folioles basales internes à l'absorption de la lumière rouge, avec une optimisation observée dans les premiers pixels mesurés.

II-cultiver : Ghars

1. Face supérieure

1.1. Palmes : externes

Les différentes figures présentées dans cette section illustrent le taux d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) par les folioles apicales, médianes, et basales des palmes externes, médianes et internes selon différentes orientations pour le cultivar « Deglet Nour ».

1.1.1. Folioles : apicales

1.1.1.1. Orientation : Est

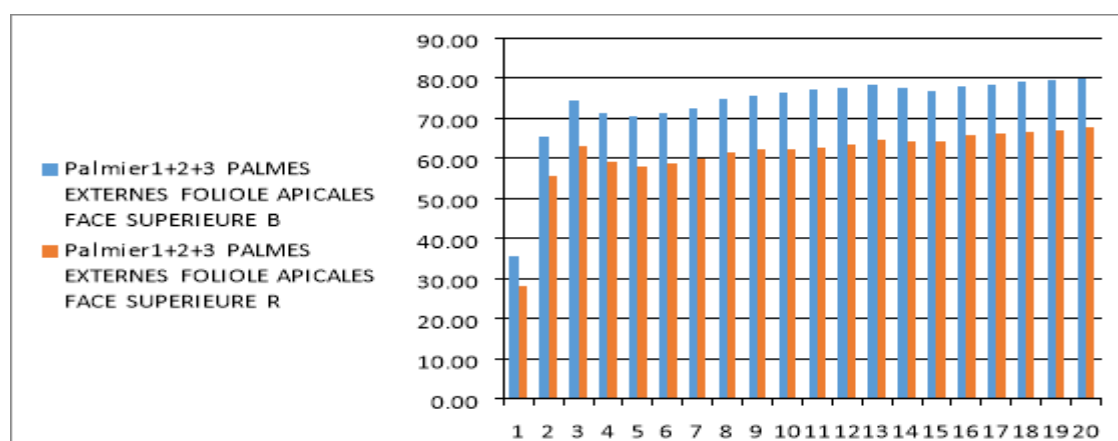


Figure 89 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers l'Est pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons B varient de 35.77% à 79.87%, tandis que celles des rayons R varient de 28.20% à 67.70%. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 2, ainsi qu'entre les pixels 12 et 14. Ces augmentations pourraient suggérer une meilleure adaptation des folioles à la lumière ou des conditions environnementales favorables à ces points de mesure. En revanche, une diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 3 et 5, ainsi qu'entre les pixels 16 et 18, ce qui pourrait indiquer une réduction de l'intensité lumineuse ou d'autres facteurs environnementaux défavorables à l'absorption efficace de la lumière par les folioles à ces moments spécifiques. Entre ces fluctuations, on remarque une certaine stabilité dans les taux d'absorption, en particulier entre les pixels 7 et 10, où les valeurs d'absorption restent relativement constantes. Ces variations, combinées à des phases de stabilité, mettent en évidence la capacité

dynamique des plantes à ajuster leur absorption lumineuse en réponse aux conditions fluctuantes, influençant ainsi leur croissance et leur performance photosynthétique.

1.1.1.2. Orientation : Ouest

Les valeurs d'absorption des rayons B varient de 32.70% à 75.00%, tandis que celles des rayons R varient de 19.63% à 72.57%. On observe une diminution notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 3, ainsi qu'entre les pixels 4 et 5. Cette réduction pourrait être due à une diminution de l'intensité lumineuse ou à d'autres facteurs environnementaux défavorables affectant l'absorption efficace de la lumière par les folioles à ces points de mesure. En revanche, on note une certaine stabilité des taux d'absorption entre les pixels 11 et 15, où les valeurs restent relativement constantes. La diminution progressive des taux d'absorption après le pixel 4 pourrait indiquer une adaptation à des conditions environnementales moins favorables, telles qu'une diminution de la disponibilité de la lumière.

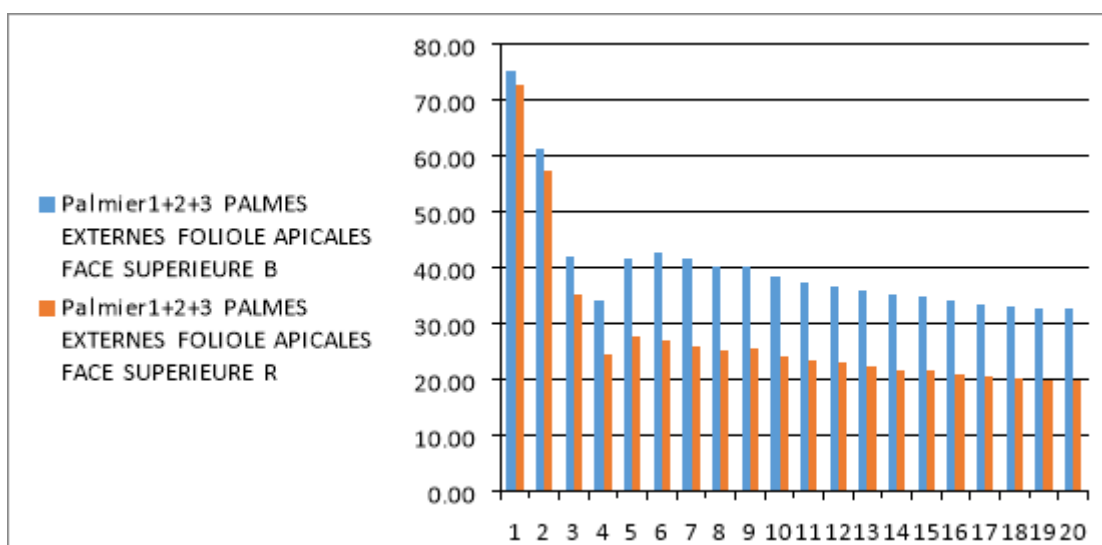


Figure 90 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers ouest pour le cultivar (Ghars).

1.1.1.3. Orientation : Nord

Les valeurs pour B varient de 29.95% à 70.80%, et celles pour R varient de 24.95% à 60.80%. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 4. Cependant, une diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 5 et 7, indiquant possiblement une réduction de l'intensité lumineuse ou d'autres facteurs environnementaux défavorables à l'absorption efficace de la lumière par les folioles à ces moments spécifiques.

Entre les pixels 8 et 14, les taux d'absorption montrent une certaine stabilité, avec des fluctuations mineures.

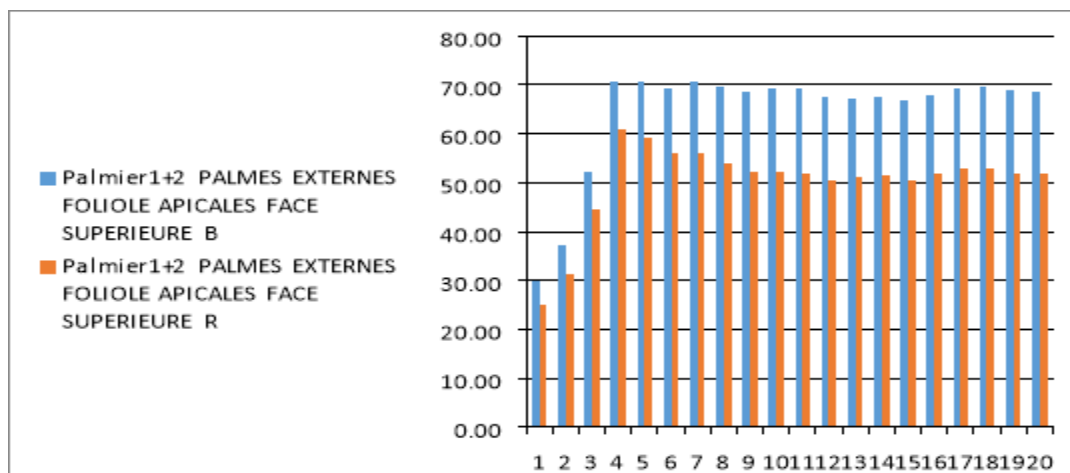


Figure 91 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

1.1.1.4. Orientation : Sud

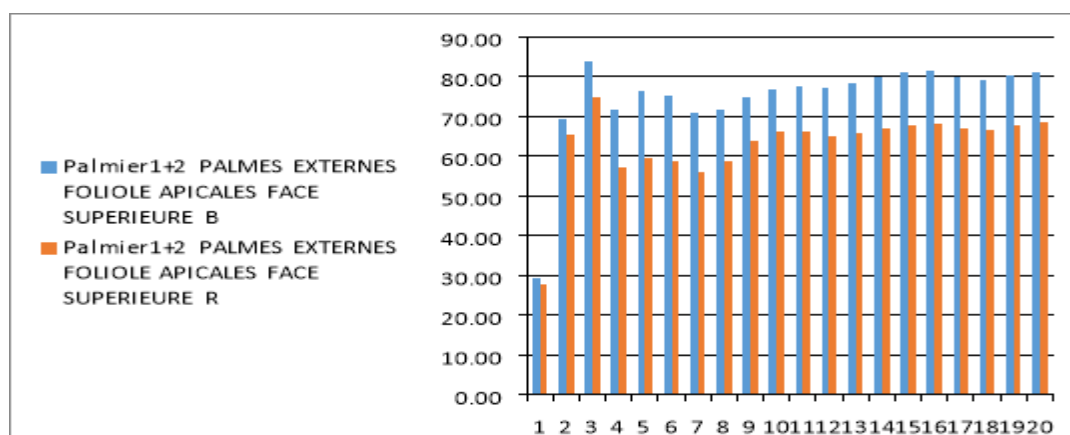


Figure 92 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs pour B varient de 29.40% à 83.80%, et celles pour R varient de 27.75% à 74.80%. On observe une augmentation marquée des taux d'absorption pour les deux types de rayons entre les pixels 1 et 3, suggérant une meilleure adaptation des folioles à la lumière à ces points de mesure. Toutefois, une diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 3 et 6, ce qui pourrait indiquer une réduction de l'intensité lumineuse. Entre les pixels 6 et 10, les taux d'absorption des rayons bleus et rouges augmentent progressivement, atteignant une stabilité relative aux alentours des pixels 10 à 14. Cette stabilité suggère que les conditions lumineuses et environnementales restent constantes dans cette gamme de pixels.

1.1.2. Folioles : médianes

1.1.2.1. Orientation : Est

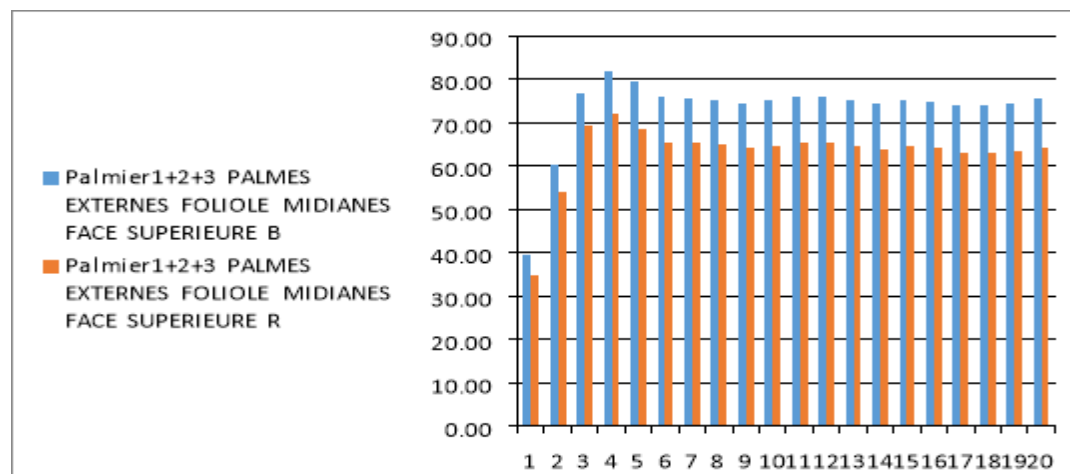


Figure 93 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) par les folioles médianes varient respectivement de 39.57% à 81.90% et de 34.97% à 72.23%.

On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 4 pour les deux types de rayons, indiquant une meilleure adaptation des folioles à la lumière. Par la suite, une diminution est observée entre les pixels 4 et 7, suivie d'une phase de stabilité relative entre les pixels 7 et 11.

1.1.2.2. Orientation : Ouest

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) varient respectivement de 31.87% à 55.70% et de 22.33% à 51.50%. On observe une diminution notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 6 pour les deux types de rayons, indiquant une réduction de l'intensité lumineuse. Cette tendance se poursuit jusqu'au pixel 9, avec une légère augmentation de l'absorption des rayons bleus au pixel 10.

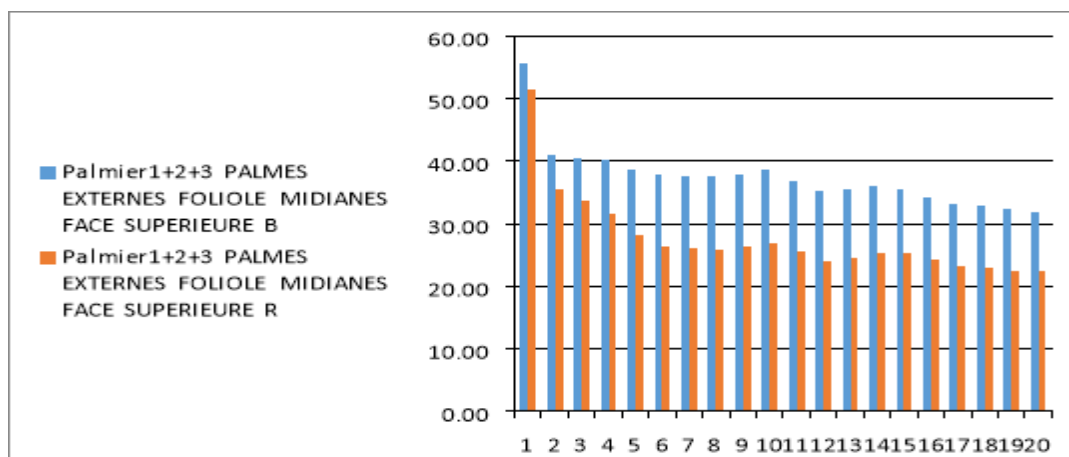


Figure 94 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers L'Ouest pour le cultivar « Ghars ».

Entre les pixels 10 et 20, les taux d'absorption des rayons B et R restent relativement stables avec de faibles variations, suggérant des conditions environnementales constantes. Ces variations et phases de stabilité soulignent la capacité des folioles à ajuster leur absorption lumineuse en réponse aux changements environnementaux, influençant ainsi leur efficacité photosynthétique et leur croissance.

1.1.2.3. Orientation : Nord

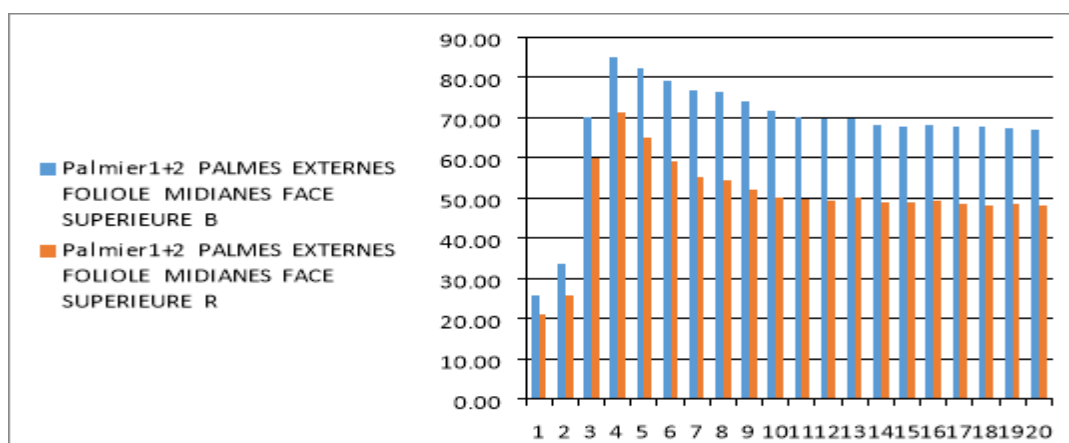


Figure 95: Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) varient respectivement de 25.90% à 85.10% et de 21.00% à 71.15%.

On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 4 pour les deux types de rayons. Entre les pixels 4 et 10, on observe une diminution des taux d'absorption, cependant après le pixel 10, les taux d'absorption des rayons B et R

restent relativement stables avec de faibles variations, suggérant des conditions environnementales plus constantes.

1.1.2.4. Orientation : Sud

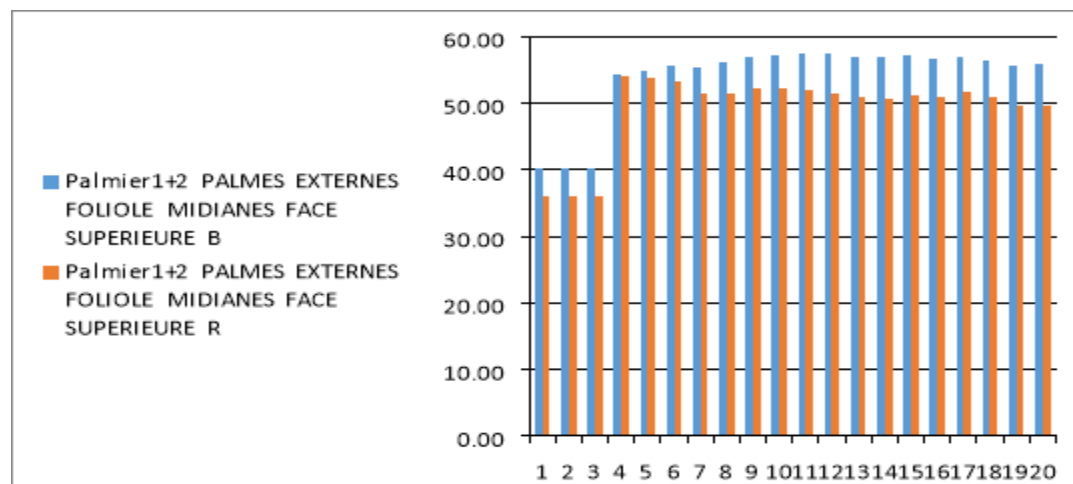


Figure 96 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) varient respectivement de 40.10% à 57.50% et de 36.15% à 54.40%.

On observe une stabilité initiale dans les taux d'absorption entre les pixels 1 et 3 pour les deux types de rayons. Entre les pixels 3 et 6, il y a une augmentation significative des taux d'absorption, avec une tendance marquée à la hausse atteignant les valeurs maximales de 57.50% pour les rayons bleus et 54.40% pour les rayons rouges au pixel 10.

1.1.3. Folioles : basales

1.1.3.1. Orientation : Est

Les taux d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) montrent des variations significatives tout au long des pixels mesurés.

Initialement, une augmentation marquée est observée entre les pixels 1 et 3, atteignant des valeurs maximales de 76.53% pour le B et 71.30% pour le R, suggérant

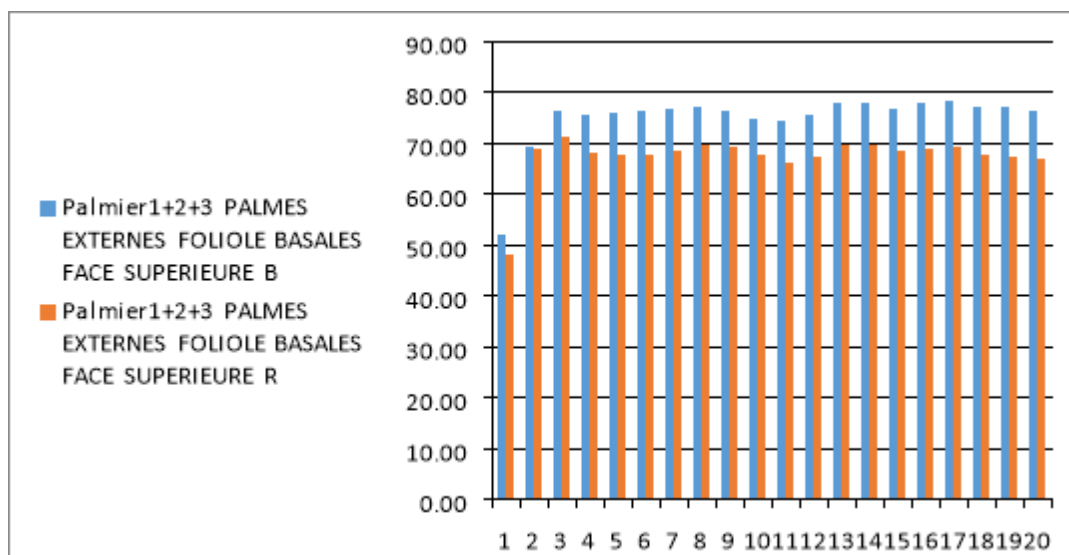


Figure 97 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est su pour le cultivar « Ghars ».

des conditions optimales pour la photosynthèse. Cette phase est suivie d'une période de stabilité relative entre les pixels 3 et 9, où les taux d'absorption restent élevés mais montrent des variations mineures. Une légère diminution est notée entre les pixels 9 et 11, indiquant une possible adaptation des folioles à des conditions légèrement moins favorables.

1.1.3.2. Orientation : Ouest

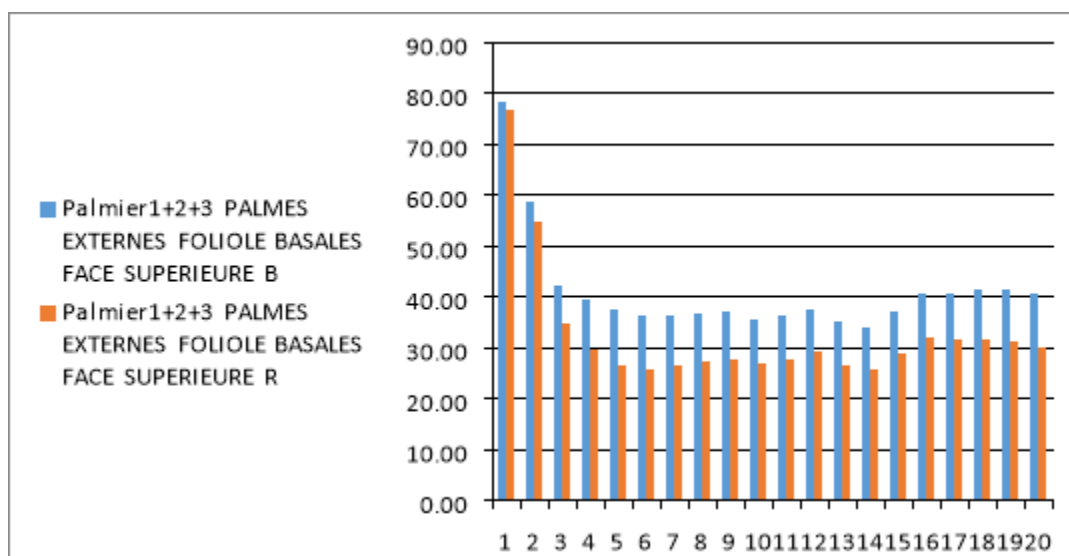


Figure 98 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers ouest pour le cultivar « Ghars ».

Les taux d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) montrent des variations significatives tout au long des pixels mesurés. Initialement élevés avec B commençant à 78.40% et R à 76.87%, Cependant, une diminution constante est observée,

atteignant des valeurs minimales de 33.97% pour B et 25.63% pour R vers la fin. Cette tendance à la baisse pourrait également être influencée par des mécanismes de photo protection ou des ajustements dans la composition des pigments photosynthétiques, permettant aux folioles de maintenir une efficacité photosynthétique optimale malgré les variations de lumière incidente.

1.1.3.3. Orientation : Nord

Les valeurs d'absorption des rayons B varient de 62,90% à 66,45%, tandis que celles des rayons R varient de 42,15% à 51,30%. On observe une légère diminution des taux d'absorption pour les deux types de rayons entre les pixels 1 et 13. Cette diminution pourrait être due à une variation des conditions environnementales, telles qu'une diminution de l'intensité lumineuse ou d'autres facteurs influençant l'absorption efficace de la lumière par les folioles basales de la face supérieure des palmes externes du palmier.

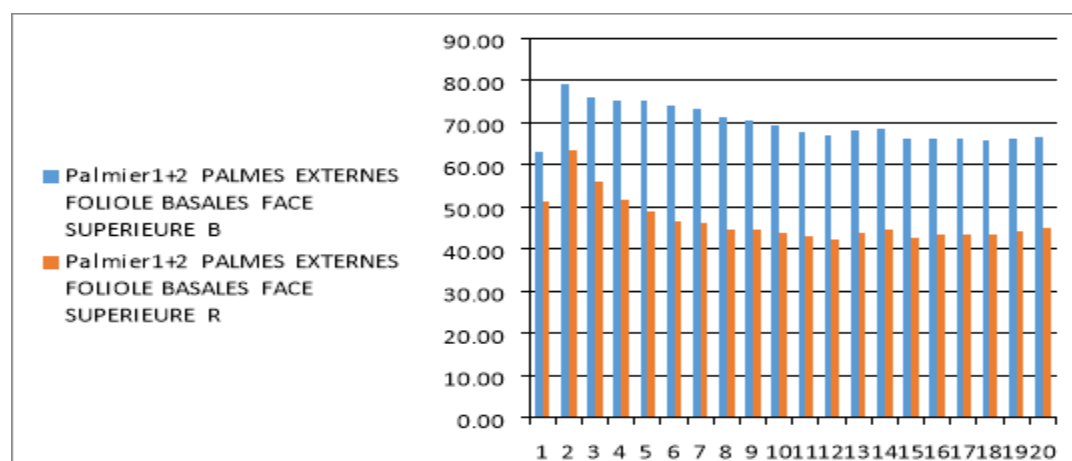


Figure 99 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

Cependant, après le pixel 14, les taux d'absorption se stabilisent et restent relativement constants jusqu'au pixel 19. Cette stabilité pourrait indiquer une adaptation des folioles aux conditions environnementales présentes, permettant une absorption de la lumière plus constante et efficace.

1.1.3.4. Orientation : Sud

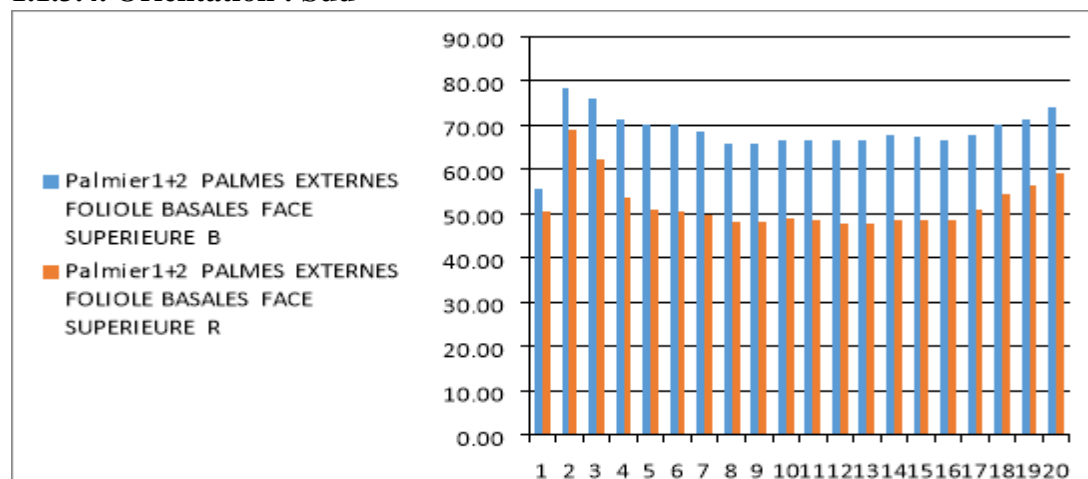


Figure 100 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons B varient de 55.50% à 78.35%, tandis que celles des rayons R varient de 50.50% à 69.05%. On observe une diminution des taux d'absorption pour les deux types de rayons entre les pixels 2 et 8. Après le pixel 9, on observe que les taux d'absorption se stabilisent et restent relativement constants jusqu'au pixel 17. Cette stabilité pourrait indiquer une adaptation des folioles aux conditions environnementales présentes, permettant une absorption de la lumière plus constante et efficace.

1. Face supérieure

1.2. Palmes : médianes

1.2.1. Folioles : apicales

1.2.1.1. Orientation : Est

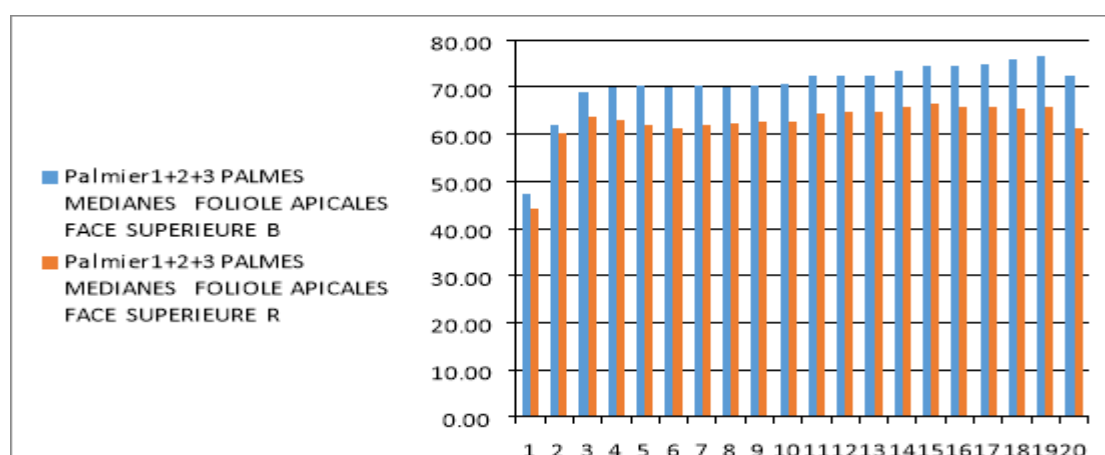


Figure 101 : Absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons B varient de 47.23% à 67.63%, tandis que celles des rayons R varient de 44.13% à 65.63%. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 9 et 19, ainsi qu'entre les pixels 1 et 3. Ces augmentations pourraient suggérer une meilleure adaptation des folioles à la lumière ou des conditions environnementales favorables à ces points de mesure. En revanche, une légère diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 4 et 10 ce qui pourrait indiquer une réduction de l'intensité lumineuse à ces moments spécifiques.

1.2.1.2. Orientation : Ouest

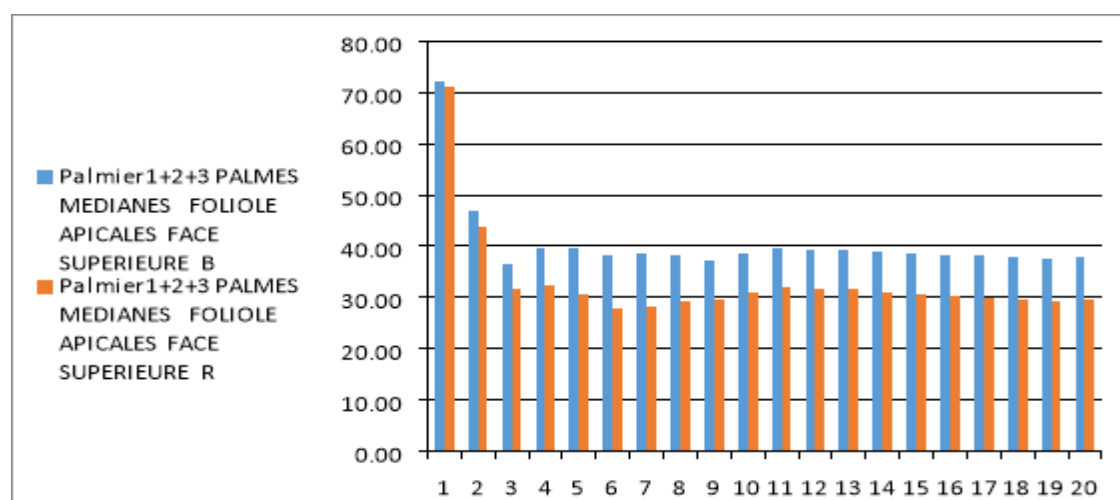


Figure 102: Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 38,97% à 32,70% et celles des rayons rouges (R) de 33,37% à 22,77%. On observe une diminution notable des taux d'absorption sur le long des pixels. Cette tendance décroissante peut être influencée par la structure cellulaire et la répartition des pigments photosynthétiques spécifiques à la face inférieure des folioles. Les fluctuations observées, notamment dans l'absorption des rayons bleus, pourraient être dues à des facteurs environnementaux ou biologiques.

1.2.1.3. Orientation : Nord

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 46,55% à 77,85%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 41,75% à 62,90%. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 3, ainsi qu'entre les

pixels 7 et 10, suggérant une meilleure adaptation des folioles à la lumière ou des conditions environnementales favorables à ces points de mesure.

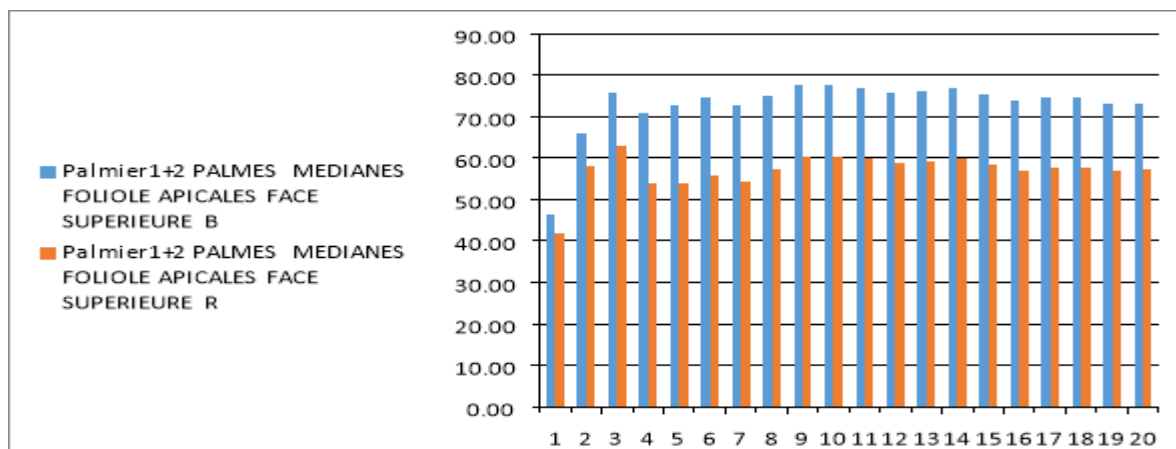


Figure 103 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

En revanche, une diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 3 et 4, ainsi qu'entre les pixels 15 et 19. Entre ces fluctuations, on remarque une certaine stabilité dans les taux d'absorption, en particulier entre les pixels 10 et 15, où les valeurs d'absorption restent relativement constantes.

1.2.1.4. Orientation : Sud

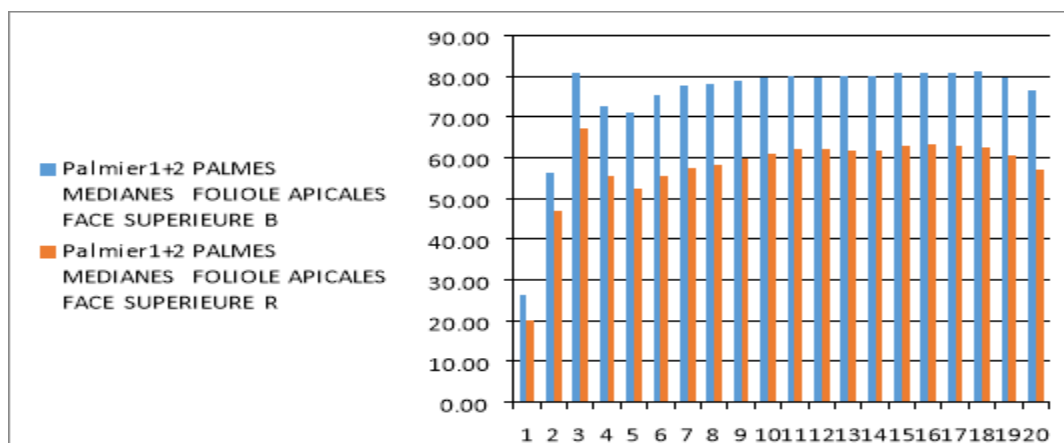


Figure 104 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 41,40% à 76,20%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 30,60% à 70,15%. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 3, ainsi qu'entre les pixels 6 et 9, suggérant une meilleure adaptation des folioles à la lumière. En

revanche, une diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 3 et 4, ainsi qu'entre les pixels 15 et 19.

1.2.2. Folioles : médianes

1.2.2.1. Orientation : Est

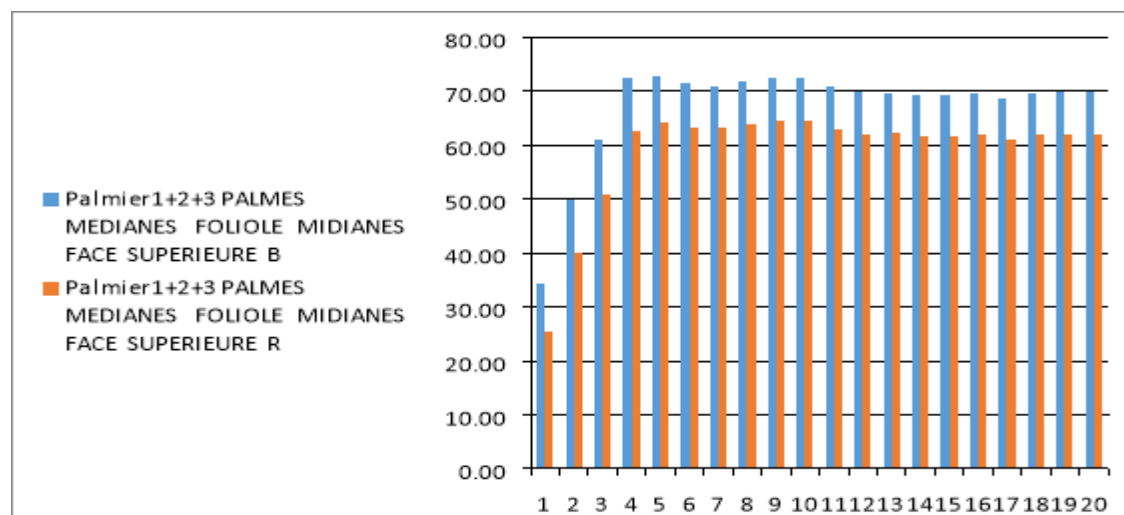


Figure 105: Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 34,40% à 72,80%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 25,30% à 64,47%. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 4, ainsi qu'entre les pixels 6 et 9. En revanche, une diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 10 et 14, ainsi qu'entre les pixels 16 et 18. Entre ces fluctuations, on remarque une certaine stabilité dans les taux d'absorption, en particulier entre les pixels 14 et 16, où les valeurs d'absorption restent relativement constantes. Ces variations révèlent la capacité dynamique des palmiers à ajuster leur absorption lumineuse en réponse aux conditions fluctuantes, influençant ainsi leur croissance et leur performance photosynthétique.

1.2.2.2. Orientation : Ouest

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 35,27% à 62,30%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 25,03% à 56,90%. On observe une diminution notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 3, suivie d'une légère augmentation entre les pixels 3 et 6. En revanche, une diminution des taux d'absorption est notée entre

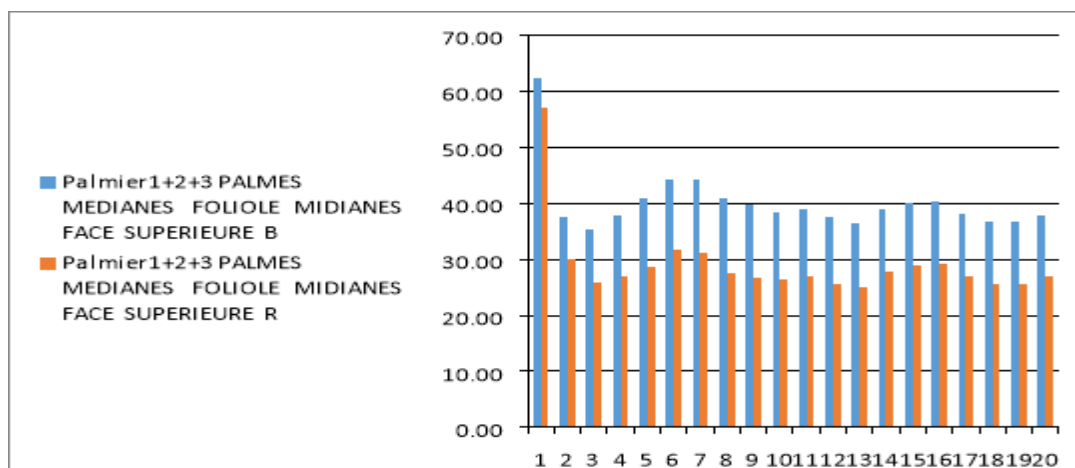


Figure 106 : Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars ».

Les pixels 6 et 11, ainsi qu'entre les pixels 17 et 19. Entre ces fluctuations, on remarque une certaine stabilité dans les taux d'absorption, en particulier entre les pixels 13 et 16, où les valeurs d'absorption restent relativement constantes.

1.2.2.3. Orientation : Nord

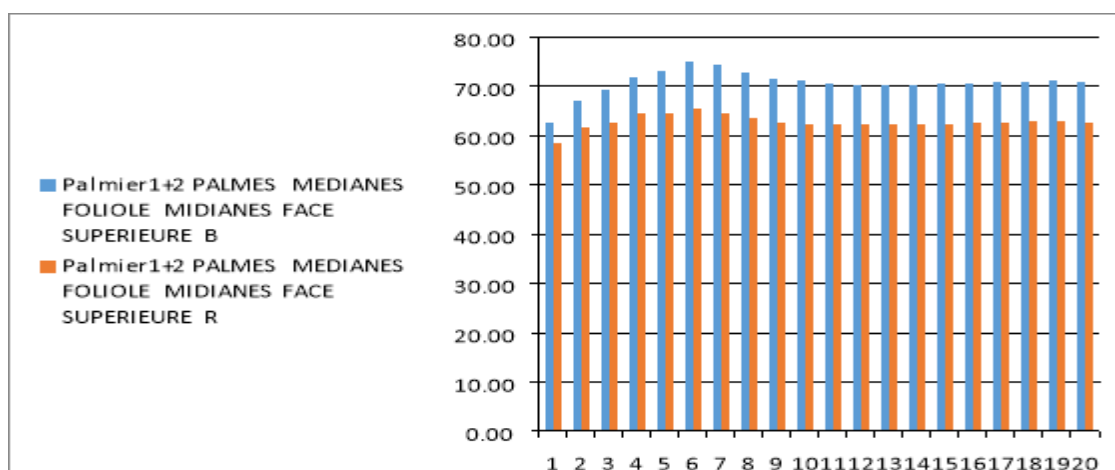


Figure 107 : Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 62,75% à 74,85%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 58,60% à 65,35%. On observe une augmentation notable des taux d'absorption entre les pixels 1 et 6, suggérant une meilleure adaptation des folioles aux conditions environnementales favorables à ces points de mesure. Une légère diminution des taux d'absorption est notée entre les pixels 6 et 11, suivie d'une phase de stabilité entre les pixels 12 et 20, où les valeurs d'absorption restent relativement constantes.

1.2.2.4. Orientation : Sud

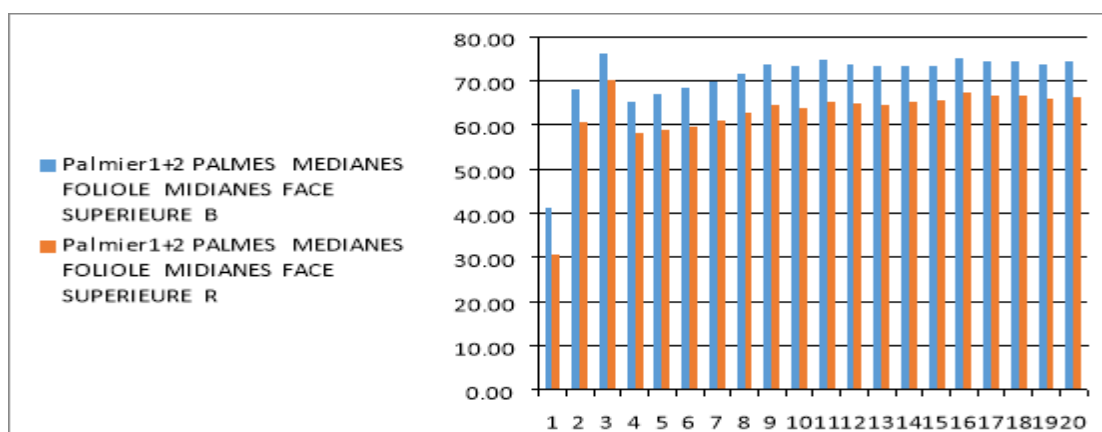


Figure 108 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 41,40% à 75,30%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 30,60% à 70,15%. On observe une augmentation progressive des taux d'absorption tout au long des pixels observés. Cette tendance à l'augmentation est suivie de phases de stabilité relative, notamment entre les pixels 10 et 15, où les valeurs d'absorption restent relativement constantes.

1.2.3. Folioles : basales

1.2.3.1. Orientation : Est

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 43,90% à 70,40%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 40,73% à 63,97%. On observe une tendance générale à l'augmentation suivie de périodes de stabilité relative, notamment entre les pixels 8 et 16, où les valeurs d'absorption restent constantes ou montrent des variations minimales.

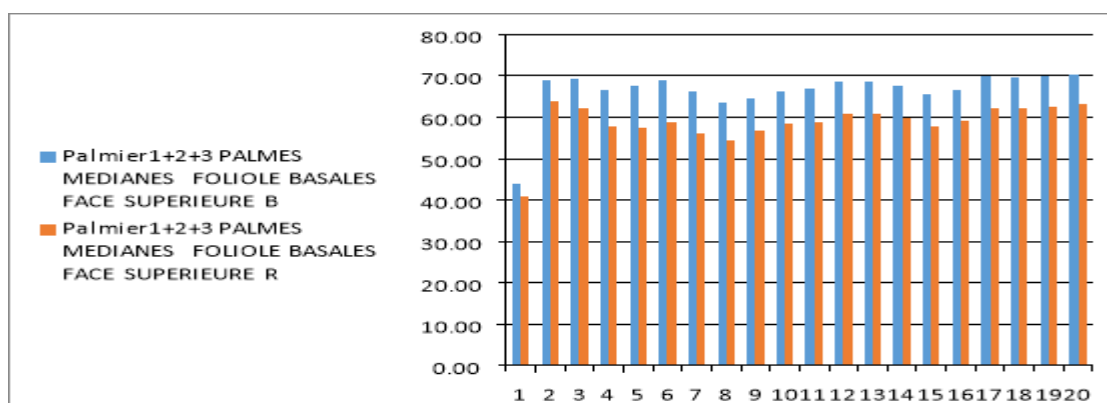


Figure 109: Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

1.2.3.2. Orientation : Ouest

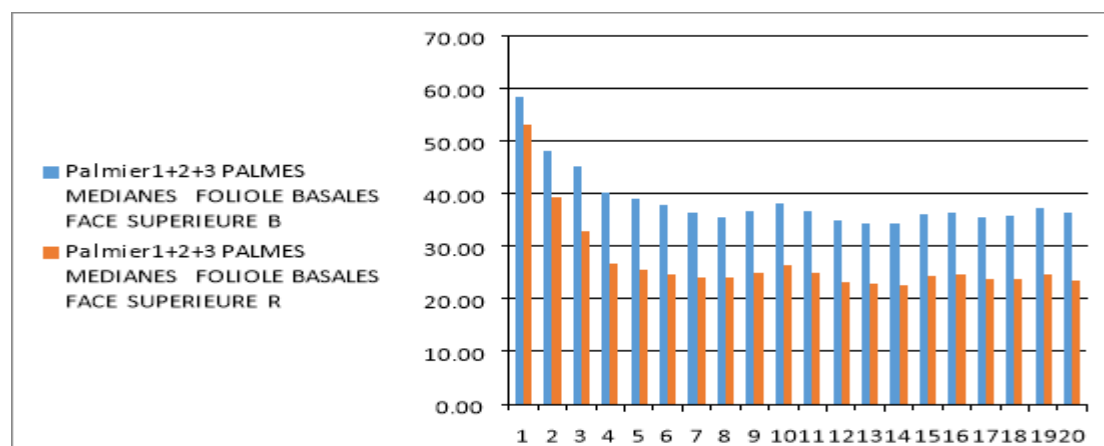


Figure 110 : Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers ouest pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 34,33% à 58,37%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 22,59% à 52,97%. On observe une diminution progressive des taux d'absorption tout au long des pixels observés. Cette diminution est suivie de périodes de stabilité relative, notamment entre les pixels 8 et 18, où les valeurs d'absorption restent constantes ou montrent des variations minimales. Ces fluctuations pourraient résulter à des adaptations physiologiques des palmiers pour minimiser la perte d'eau par transpiration excessive sous des conditions de lumière intense

1.2.3.3. Orientation : Nord

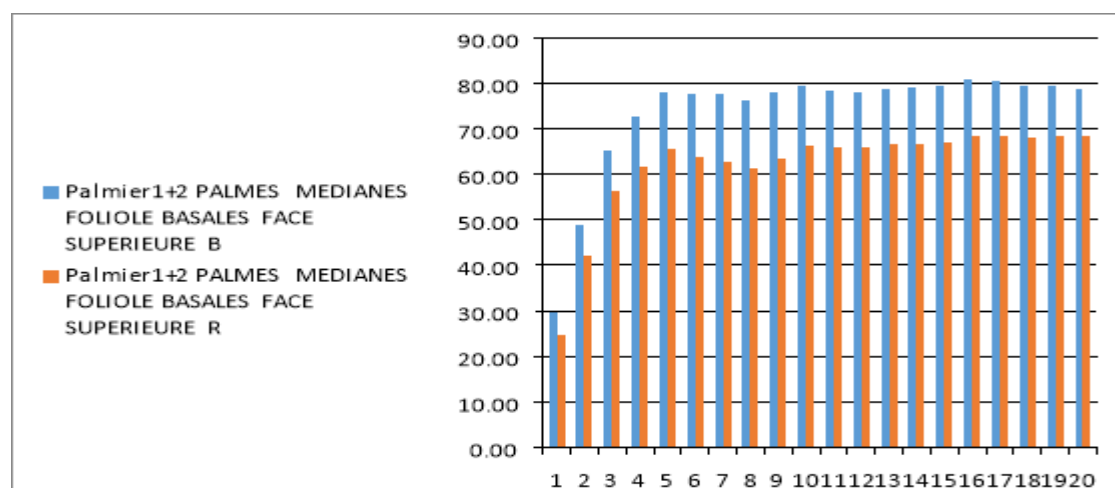


Figure 111 : Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 29,70% à 80,90%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 24,60% à 68,50%. Les taux élevés

d'absorption initiaux peuvent indiquer une exposition directe à une lumière intense, favorisant une activité photosynthétique maximale. Les fluctuations observées, telles que les légères variations entre les pixels 5 à 10 et la stabilité relative entre les pixels 12 à 20, peuvent refléter des ajustements physiologiques des folioles pour optimiser leur absorption lumineuse.

1.2.3.4. Orientation : Sud

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 46,05% à 77,25%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 40,00% à 69,70%. Cette série de données montre une tendance générale à l'augmentation des taux d'absorption au début, suivie de fluctuations légères à modérées entre les pixels observés. Cette variation peut être interprétée comme une réponse adaptative des palmiers aux changements de luminosité ou d'autres facteurs environnementaux, influençant la régulation de la photosynthèse et la croissance des plantes.

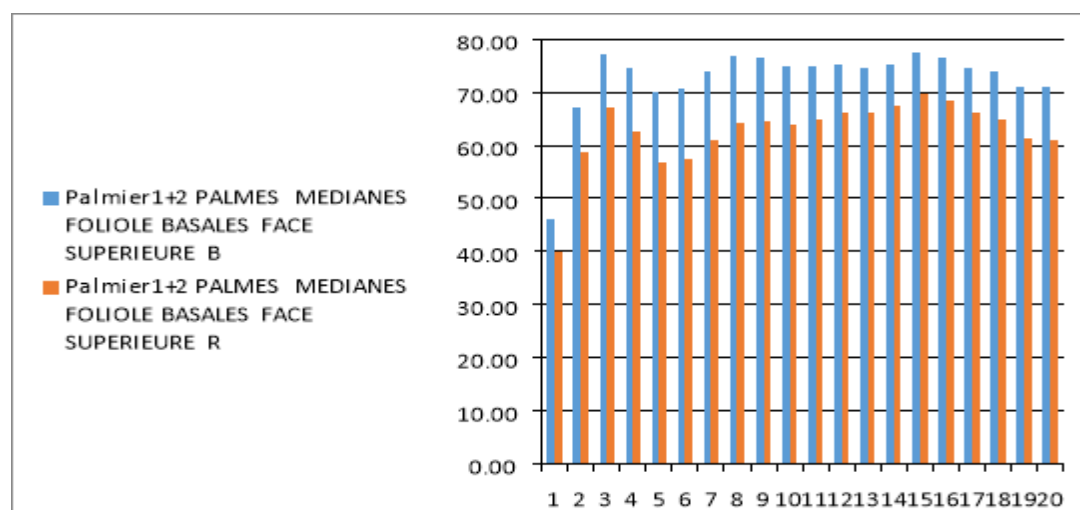


Figure 112 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

1. Face supérieure

1.3. Palmes : internes

1.3.1. Folioles : apicales

1.3.1.1. Orientation : Est

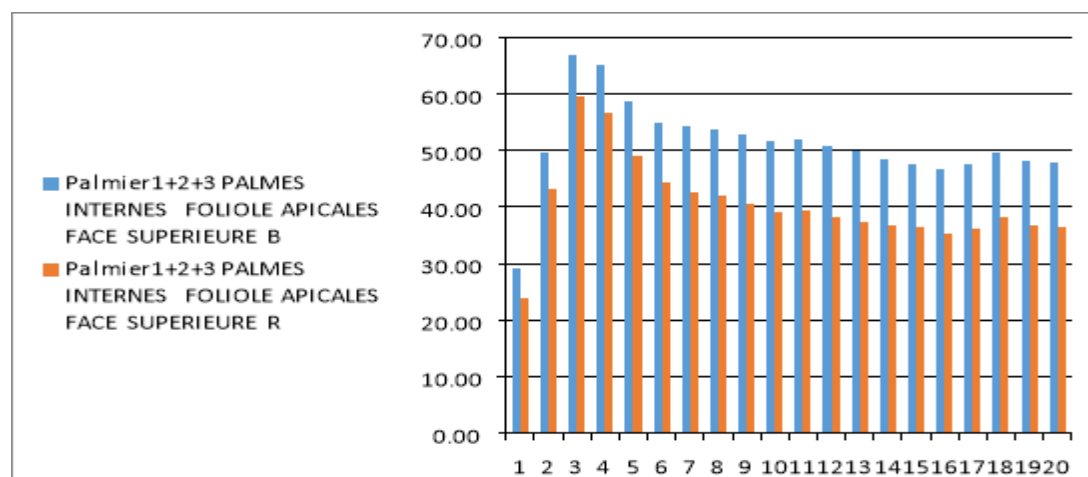


Figure 113: Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 29,17% à 66,90%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 23,77% à 59,43%. On observe une augmentation progressive des taux d'absorption au début du tableau, suivie de fluctuations variables entre les pixels observés. Les phases de stabilité observées entre certains pixels suggèrent une capacité des palmiers à maintenir des niveaux d'absorption relativement constants dans des conditions environnementales stables.

1.3.1.2. Orientation : Ouest

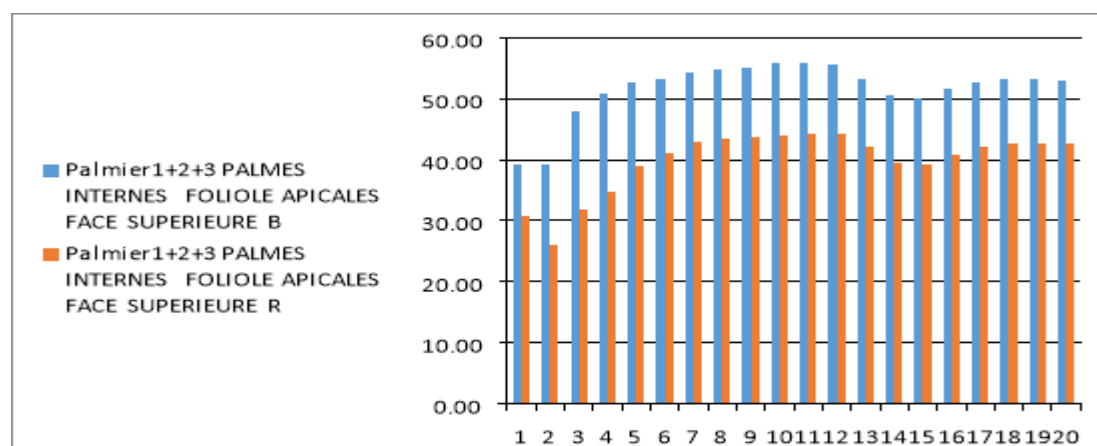


Figure 114 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 39,20% à 57,80%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 26,10% à 52,17%. On observe une tendance générale à l'augmentation des taux d'absorption tout au long des pixels observés (3 à 12 et 15 à 19 pixels), avec des fluctuations modérées entre les mesures. Ces adaptations dynamiques soulignent la plasticité des folioles des palmiers face aux variations environnementales, influençant leur capacité à maximiser l'utilisation de la lumière solaire.

1.3.1.3. Orientation : Nord

Les valeurs d'absorption des rayons bleus (B) varient de 33,40% à 77,70%, tandis que celles des rayons rouges (R) varient de 28,40% à 66,80%. Cette série de données montre une tendance générale à l'augmentation des taux d'absorption initiaux, suivie de fluctuations variables tout au long des mesures. Le pic observé dans le pixel 3 peut être attribué à des adaptations physiologiques telles que l'ouverture des stomates et la concentration de pigments photosynthétiques. Ces mécanismes permettent aux palmiers de maximiser l'absorption de la lumière nécessaire à la photosynthèse, essentielle pour leur croissance.

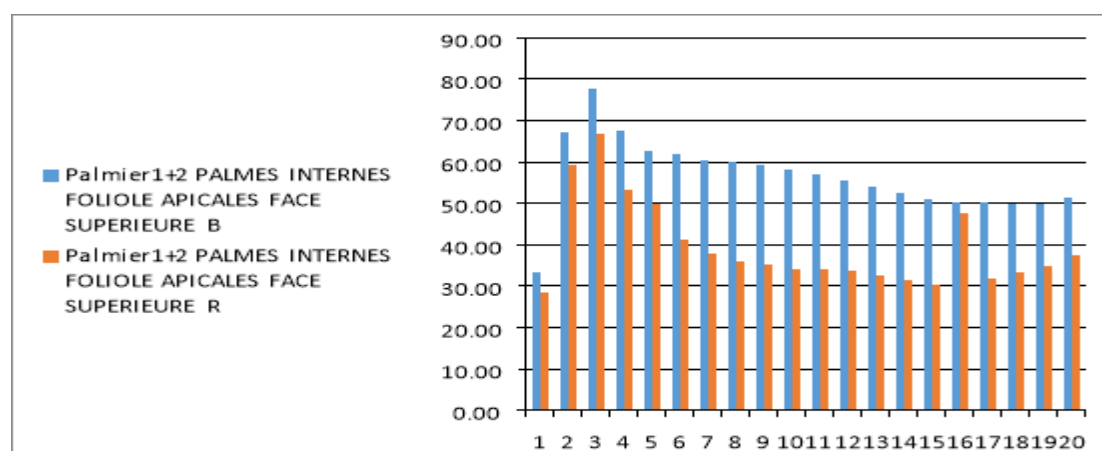


Figure 115 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

1.3.1.4. Orientation : Sud

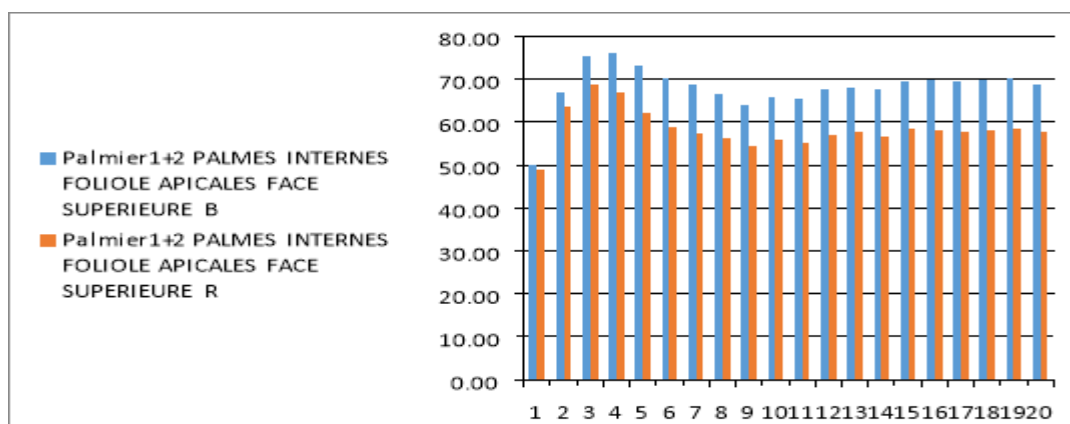


Figure 116 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

Les données montrent une variation des taux d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) variant de 50,05% à 70,35% et de 48,85% à 58,55% respectivement. On observe une tendance générale à l'augmentation des taux d'absorption tout au long des pixels observés, avec quelques fluctuations modérées. Ces variations peuvent refléter les ajustements adaptatifs des folioles pour optimiser leur absorption lumineuse en réponse aux conditions environnementales changeantes.

1.3.2. Folioles : médianes

1.3.2.1. Orientation : Est

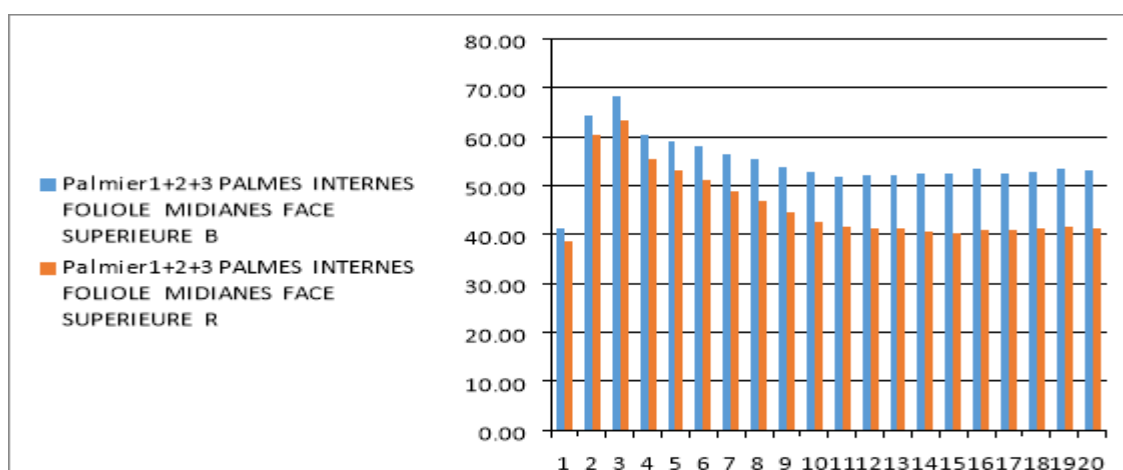


Figure 117 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

Pour les données d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) par les folioles médianes des palmes internes de Palmier1, Palmier2, et Palmier3, nous observons que l'absorption des rayons bleus commence à 41.40% et atteint un pic de 68.23% au pixel

3 avant de diminuer progressivement jusqu'à environ 52.50%. L'absorption des rayons rouges commence à 38.53%, atteint un maximum de 63.33% également au pixel 3, puis diminue progressivement jusqu'à environ 40.13%. Les rayons bleus montrent une augmentation initiale rapide, suivie d'une diminution régulière, tandis que les rayons rouges suivent une tendance similaire. Les deux types de rayons présentent une absorption maximale aux premiers pixels, suivis d'une décroissance progressive.

Il est à noter que les pigments photosynthétiques absorbent préférentiellement certains spectres de lumière, ce qui peut expliquer les pics d'absorption initiaux élevés.

1.3.2.2. Orientation : Ouest

Les données de la figure 116 montrent une variation des taux d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R). Les valeurs de B augmentent progressivement de 29.57% à 61.60%, tandis que celles de R augmentent de 26.17% à 45.23%. On observe une tendance générale à l'augmentation des taux d'absorption tout au long des pixels observés, avec quelques fluctuations modérées vers la fin.

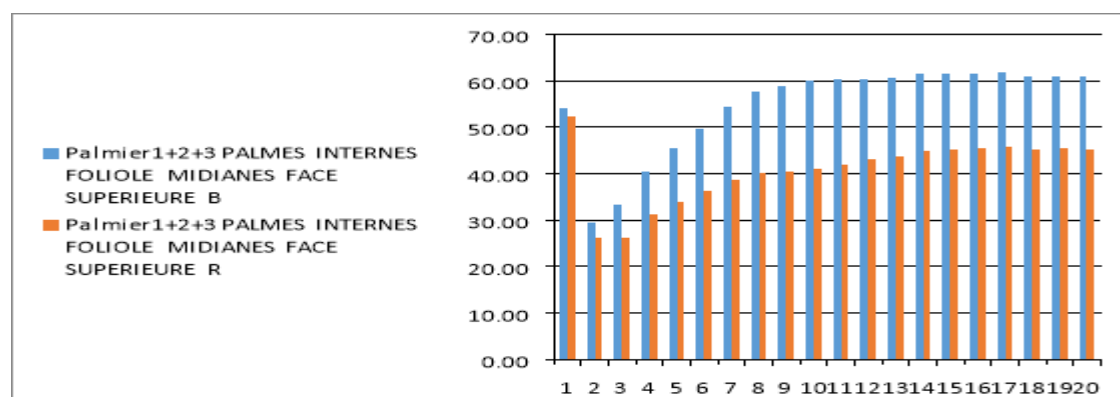


Figure 118 : Absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars ».

Ces variations peuvent refléter les ajustements adaptatifs des palmiers pour optimiser leur absorption lumineuse en réponse aux conditions environnementales changeantes. Le pic observé au pixel 1 peut être due à la structure foliaire, aux effets de surface et aux conditions environnementales, influençant différemment l'absorption des rayons lumineux le long des pixels. En conclusion, les folioles médianes des palmes internes montrent une absorption plus élevée et plus stable des rayons bleus par rapport aux rayons rouges, avec des variations suggérant une réponse plus variable aux conditions internes et externes.

1.3.2.3. Orientation : Nord

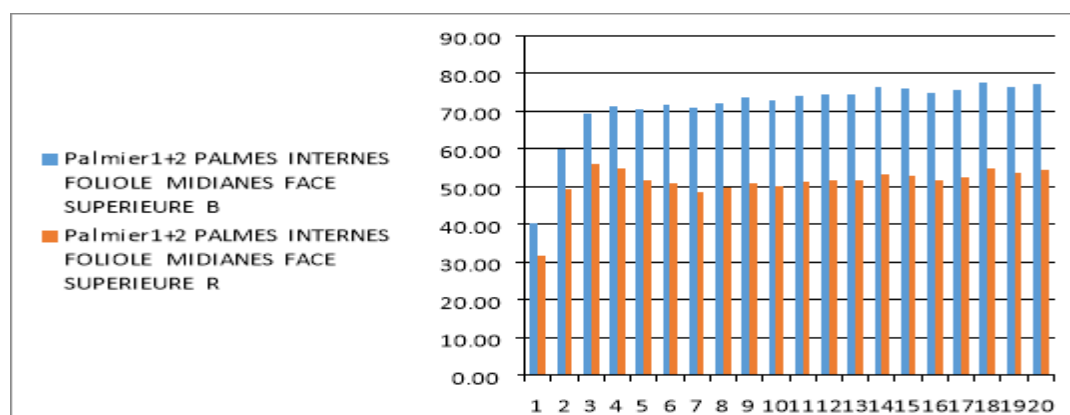


Figure 119 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

D'après la figure 119 nous observons que l'absorption des rayons bleus commence à 40.30% et atteint un maximum de 77.65%, montrant une augmentation régulière avec quelques fluctuations mineures. Les rayons rouges, quant à eux, commencent à 31.50% et atteignent un maximum de 56.05%, avec une augmentation rapide initiale suivie d'une croissance plus graduelle. Les rayons bleus sont toujours plus absorbés que les rayons rouges, avec une augmentation plus stable. Ces tendances peuvent s'expliquer par la structure foliaire et la présence des pigments photosynthétiques.

1.3.2.4. Orientation : Sud

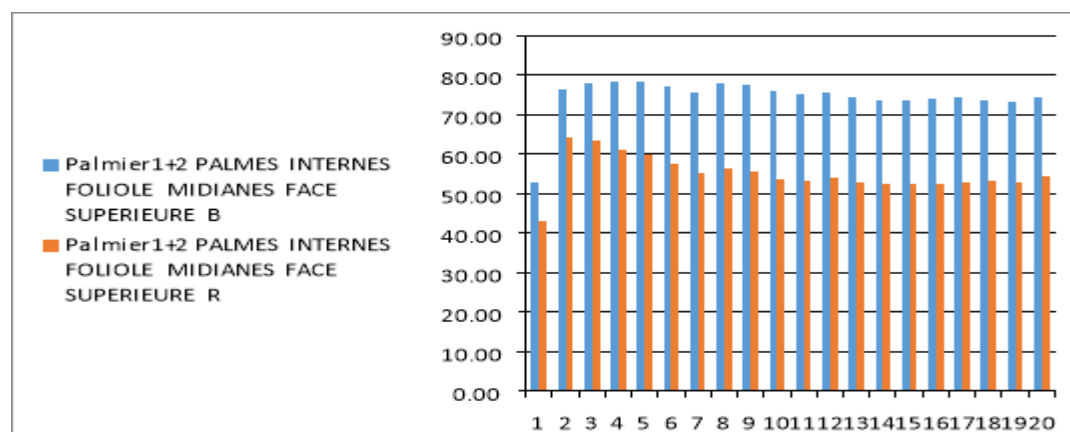


Figure 120 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

Pour les données de taux d'absorption, nous constatons que l'absorption des rayons bleus commence à 52.75% et atteint un maximum de 78.40% au pixel 5, montrant une augmentation progressive avec quelques fluctuations. En revanche, l'absorption des rayons rouges commence à 43.20% et atteint un maximum de 64.15% au pixel 2, suivie d'une diminution jusqu'à environ 54.55%. Ces variations peuvent être

expliquées par les conditions environnementales influençant différemment l'absorption lumineuse tout au long des pixels.

1.3.3. Folioles : basales

1.3.3.1. Orientation : Est

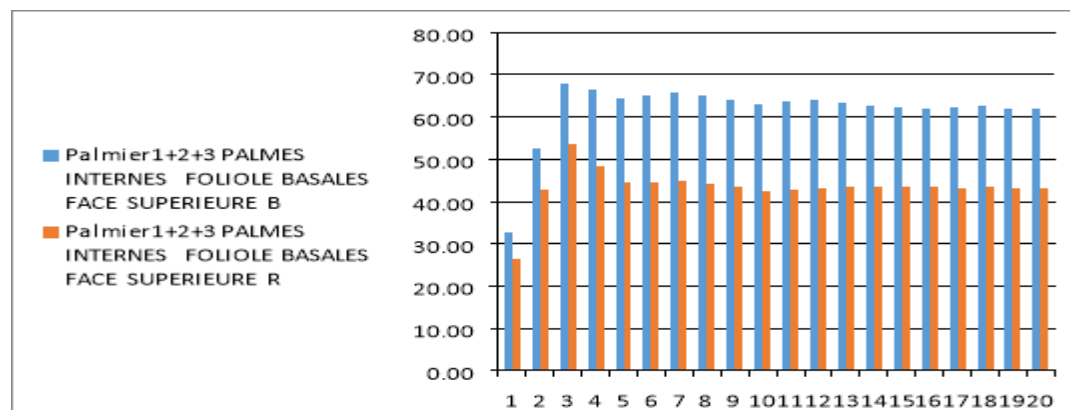


Figure 121 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

D'après la figure 121, nous observons des tendances significatives tout au long des pixels analysés. L'absorption des rayons bleus débute à 32.70% et atteint un pic de 67.87% au pixel 3, avant de décroître progressivement jusqu'à environ 61.87% vers la fin des observations. En revanche, l'absorption des rayons rouges commence à 26.30%, atteint un maximum de 53.70% également au pixel 3, puis diminue graduellement jusqu'à environ 43.27%.

Ces résultats révèlent une augmentation initiale marquée pour les deux types de rayons jusqu'au pixel 3, suivi d'une stabilisation et d'une légère diminution par la suite. Cette variation peut être expliquée par la distribution différenciée des pigments photosynthétiques le long des folioles basales, influençant directement l'absorption lumineuse.

1.3.3.2. Orientation : Ouest

D'après la figure 122, l'absorption des rayons bleus commence à 69.13% et diminue progressivement jusqu'à atteindre environ 61.10% vers la fin des observations. En revanche, l'absorption des rayons rouges commence plus bas à 60.77%, diminue de manière marquée jusqu'à environ 22.57% au pixel 3, puis présente une légère augmentation jusqu'à environ 32.43% vers la fin. Ces observations montrent une

tendance générale à la diminution pour l'absorption des rayons bleus et une diminution initiale suivie d'une stabilisation pour les rayons rouges.

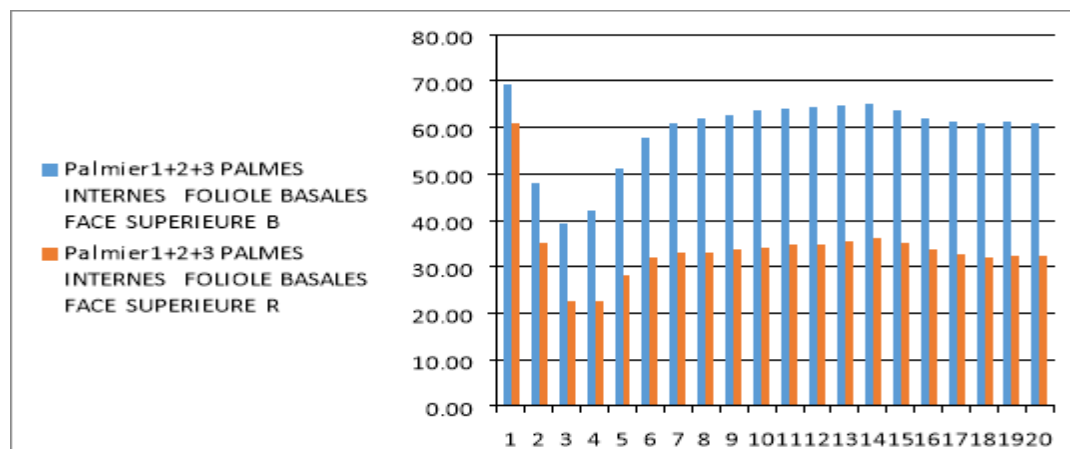


Figure 122: Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars ».

1.3.3.3. Orientation : Nord

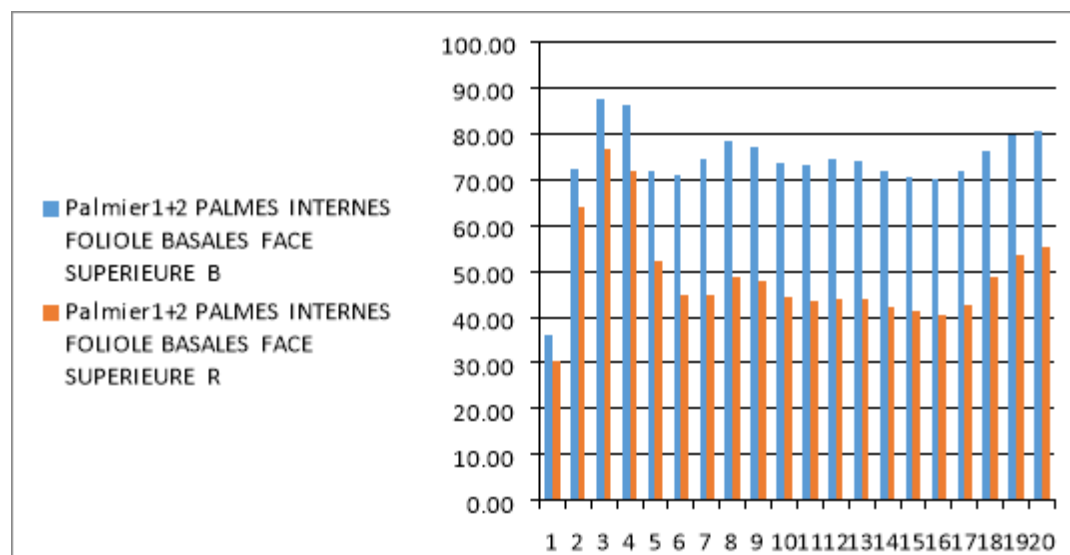


Figure 123 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

D'après la figure 123, nous observons les tendances suivantes tout au long des pixels analysés. L'absorption des rayons bleus commence à 36.25% et atteint un maximum de 87.70% au pixel 3, puis diminue progressivement jusqu'à environ 80.45%. En revanche, l'absorption des rayons rouges commence à 30.35%, atteint un maximum de 76.80% également au pixel 3, avant de décroître progressivement jusqu'à environ 55.45%.

Ces résultats mettent en évidence une augmentation initiale marquée pour les deux types de rayons jusqu'au pixel 3, suivie d'une stabilisation et d'une légère diminution par la suite. Ces variations peuvent être expliquées par les conditions environnementales (l'intensité lumineuse) et les caractéristiques structurelles des feuilles.

1.3.3.4. Orientation : Sud

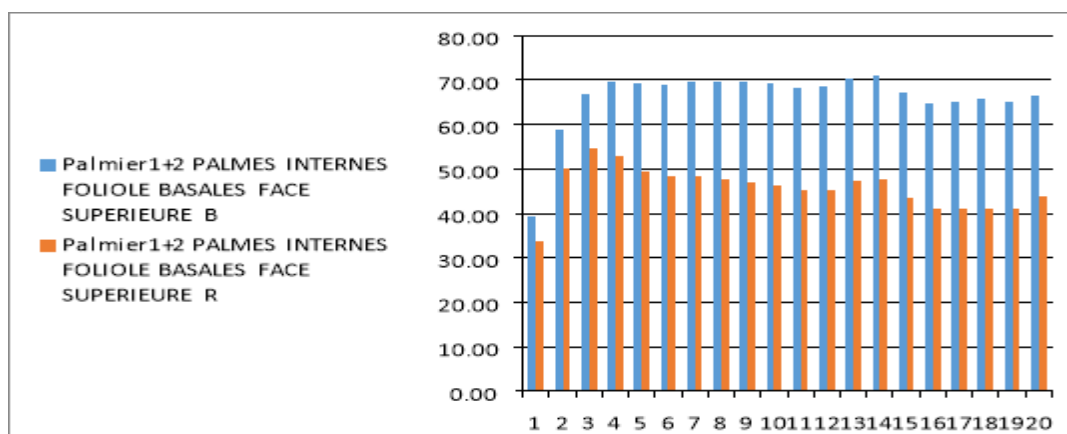


Figure 124 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

D'après la figure 124, l'absorption des rayons bleus commence à 39.40% et atteint un maximum de 71.00% au pixel 14, montrant une tendance générale à l'augmentation avec quelques fluctuations. En revanche, l'absorption des rayons rouges commence à 33.65%, atteint un maximum de 54.55% au pixel 3, puis décroît progressivement jusqu'à environ 40.90%.

Ces observations révèlent une tendance différentielle entre les deux types de rayons : les rayons bleus présentent une augmentation relativement stable jusqu'au pixel 14, tandis que les rayons rouges montrent une diminution après un pic initial au pixel 3. Ces variations peuvent être attribuées à la répartition variable des pigments photosynthétiques le long des folioles basales et aux réponses distinctes des feuilles.

II-cultiver : Ghars

1. Face inférieure

1.1. Palmes : externes

1.1.1. Folioles : apicales

1.1.1.1. Orientation : Est

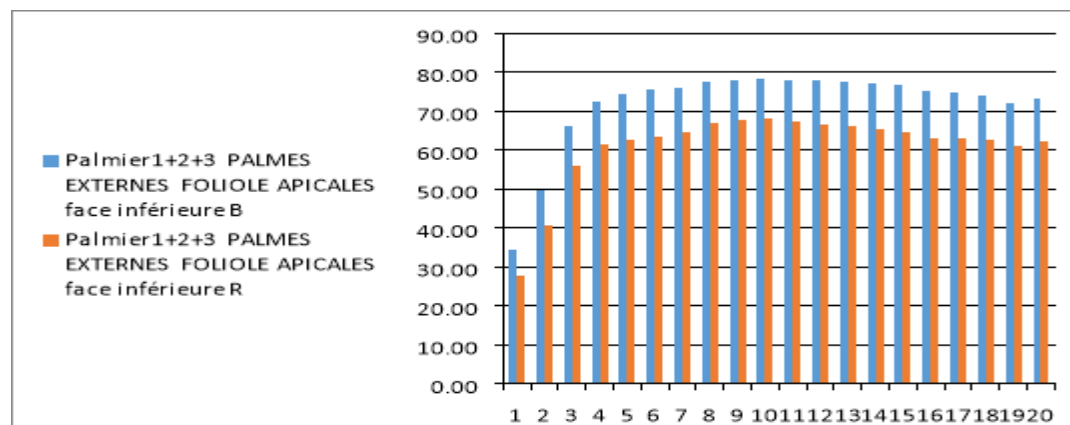


Figure 125 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

D'après la figure 125, nous observons une tendance croissante marquée pour les deux types de rayons tout au long des pixels analysés. L'absorption des rayons bleus commence à 34.57% et atteint un maximum de 78.33% vers la fin des observations. De même, l'absorption des rayons rouges débute à 27.67% et atteint un maximum de 68.00% également vers la fin de la série de mesures. Ces résultats mettent en évidence une augmentation continue et relativement stable de l'absorption des deux types de rayons lumineux. Ces variations soulignent l'adaptation des plantes aux conditions changeantes et leur capacité à ajuster l'absorption lumineuse pour optimiser la photosynthèse.

1.1.1.2. Orientation : Ouest

D'après la figure 126, nous observons une tendance décroissante tout au long des pixels analysés. L'absorption des rayons bleus commence à 69.50% et diminue progressivement jusqu'à environ 34.13%. De même, l'absorption des rayons rouges commence à 67.57% et diminue également jusqu'à environ 23.70% vers la fin des observations.

Ces résultats montrent une diminution constante de l'absorption des deux types de rayons lumineux tout au long des pixels analysés. Cette tendance peut être influencée

par plusieurs facteurs, y compris la densité et la distribution des pigments photosynthétiques dans les folioles apicales des palmes externes, ainsi que les conditions environnementales spécifiques à la face inférieure des feuilles, telles que la luminosité et l'humidité.

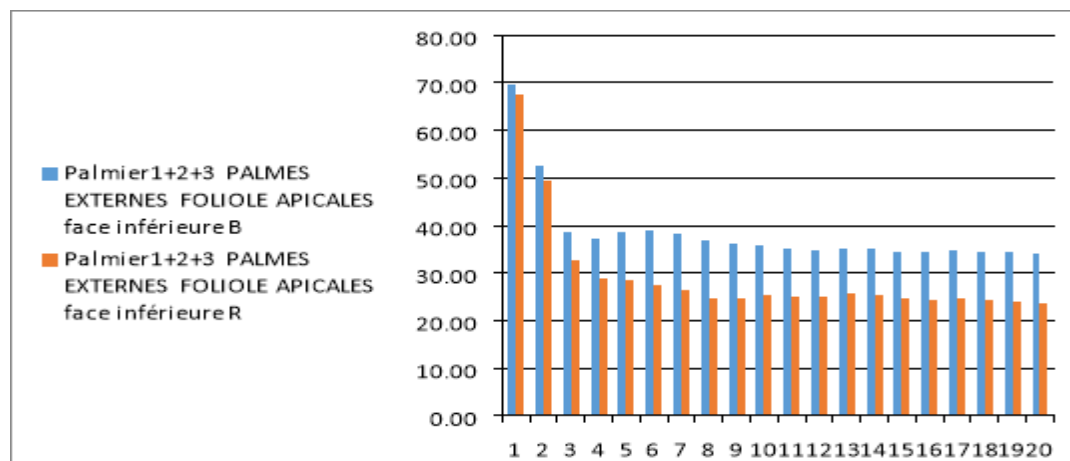


Figure 126 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghars ».

1.1.1.3. Orientation : Nord

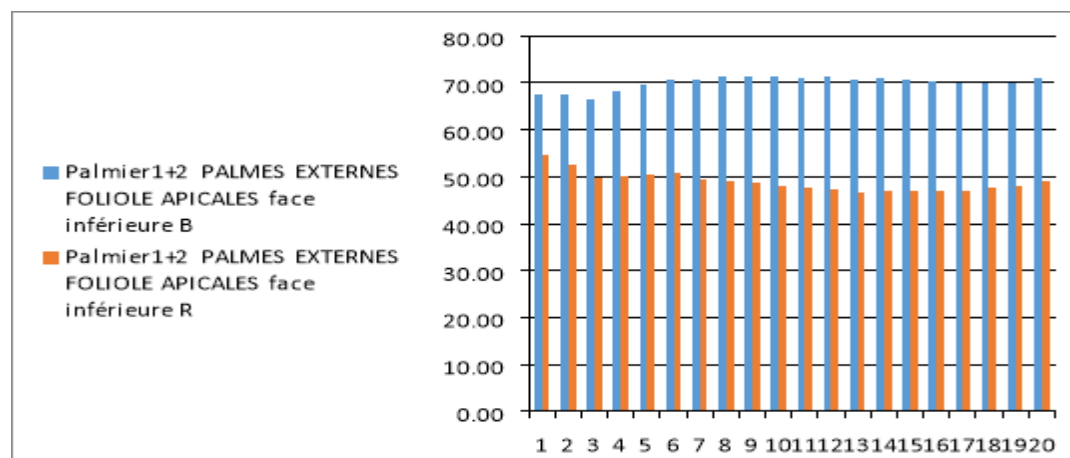


Figure 127 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

D'après la figure 127, nous constatons une tendance générale à la stabilité avec quelques fluctuations tout au long des pixels analysés. L'absorption des rayons bleus commence à 67.65% et varie légèrement autour de cette valeur, atteignant un maximum de 71.55% et descendant jusqu'à 66.60%. De même, l'absorption des rayons rouges commence à 54.60% et montre des variations similaires, avec un maximum de 52.45% et descendant jusqu'à 46.75%.

1.1.1.4. Orientation : Sud

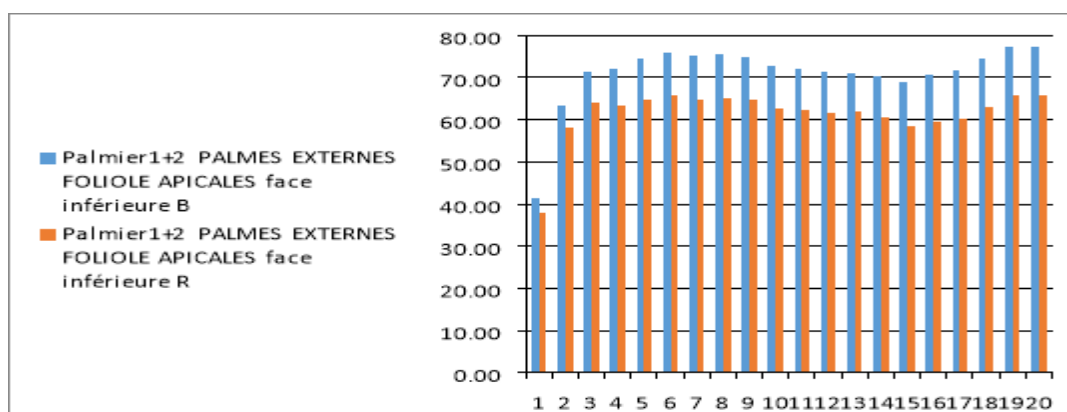


Figure 128 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

Pour les données d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R), nous observons une tendance croissante avec quelques fluctuations tout au long des pixels analysés. L'absorption des rayons bleus commence à 41.55% au premier pixel et augmente progressivement jusqu'à atteindre 77.45% vers la fin de la série de mesures. De même, l'absorption des rayons rouges commence à 38.00% et atteint un maximum de 65.70% également vers la fin. Ces résultats indiquent une capacité des folioles apicales des palmes externes à augmenter leur absorption lumineuse au fil des pixels analysés.

1.1.2. Folioles : médianes

1.1.2.1. Orientation : Est

Les données montrent une tendance croissante régulière tout au long des pixels analysés, atteignant des valeurs maximales vers les pixels 18 à 20. Plus précisément, l'absorption des rayons bleus commence à 43.63% au premier pixel et augmente de manière progressive jusqu'à 83.33% au dernier pixel. De même, l'absorption des rayons rouges débute à 35.70% et atteint un maximum de 72.03%.

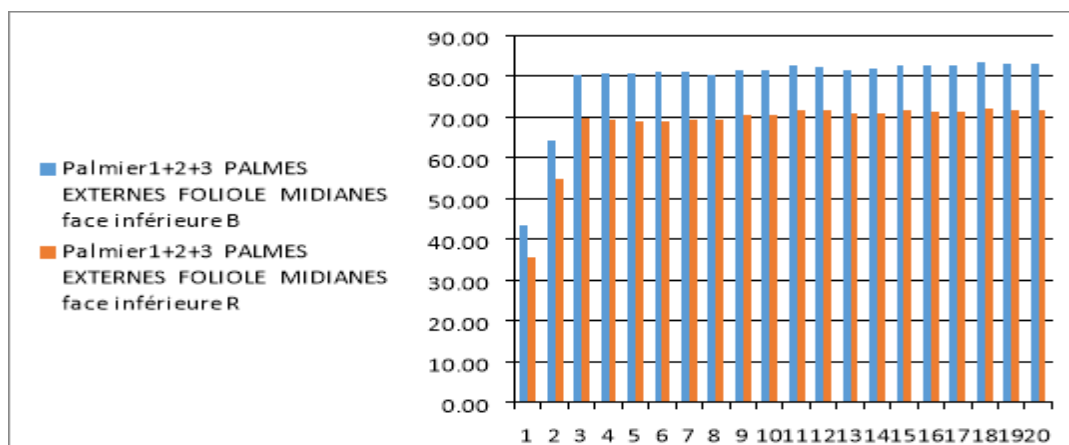


Figure 129: Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médiannes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

Cette augmentation peut être attribuée à une répartition optimisée des pigments photosynthétiques dans les feuilles ainsi qu'à des adaptations aux conditions lumineuses changeantes.

1.1.2.2. Orientation : Ouest

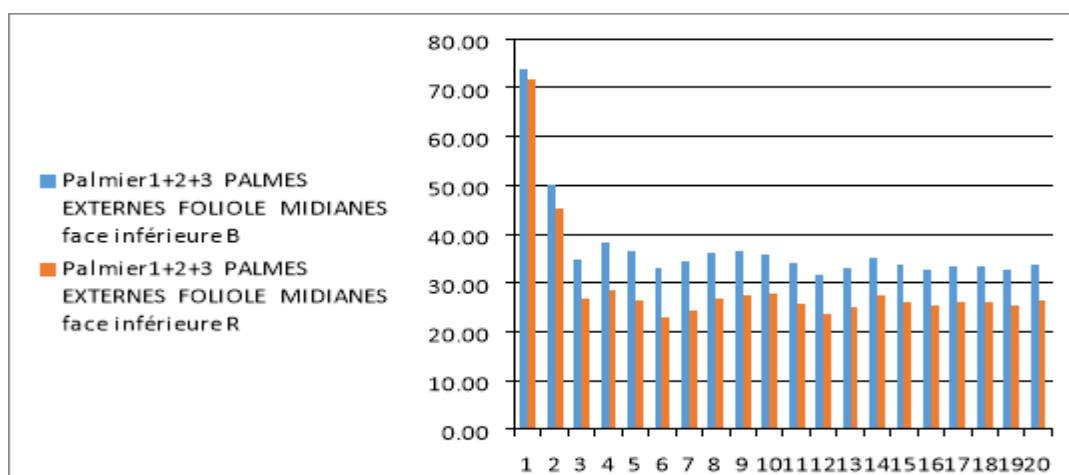


Figure 130 : Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médiannes orientées vers l’Ouest pour le cultivar « Ghars ».

Les données de la figure 128 révèlent une variation significative dans les taux d'absorption tout au long des pixels analysés. Au premier pixel, l'absorption des rayons bleus est de 73.97% et des rayons rouges de 71.77%. Cette absorption diminue de manière générale à mesure que l'on avance dans les pixels suivants, atteignant des valeurs minimales vers les derniers pixels mesurés (environ 31.67% pour B et 23.53% pour R).

Les tendances observées montrent une diminution progressive de l'absorption pour les deux types de rayons, suggérant une réponse adaptative des folioles médianes des

palmes externes à la lumière disponible. Cette diminution pourrait être influencée par des facteurs tels que la variation de densité de pigments photosynthétiques ou des conditions environnementales changeantes.

1.1.2.3. Orientation : Nord

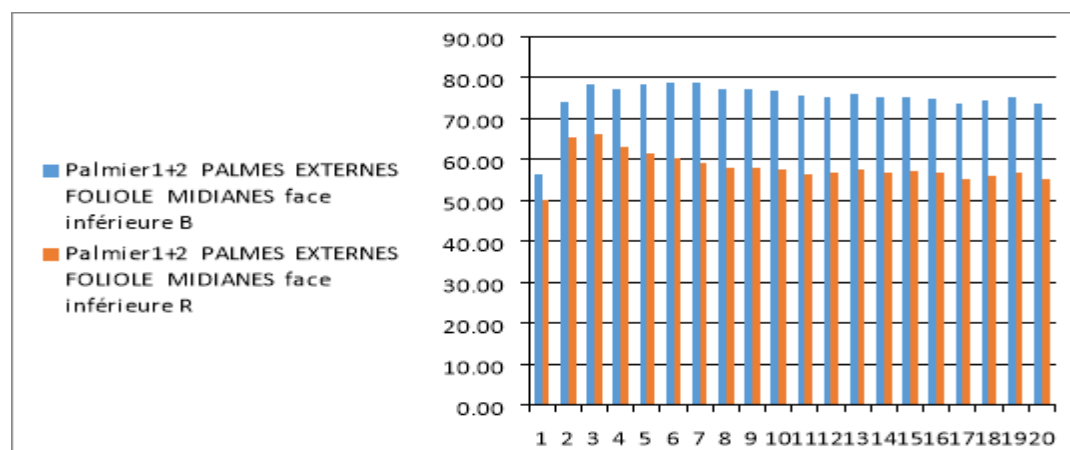


Figure 131 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

Les données montrent une tendance générale à l'augmentation de l'absorption pour les deux types de rayons au début de la série de pixels analysés. Au premier pixel, l'absorption des rayons bleus est de 56.40% et des rayons rouges de 50.10%. Cette absorption augmente progressivement jusqu'au quatrième pixel, où elle atteint des valeurs maximales (78.25% pour B et 66.10% pour R).

Après pixel 4, on observe une tendance à la stabilité ou légère diminution des taux d'absorption pour les deux types de rayons, oscillant autour de valeurs moyennes élevées (autour de 75-77% pour B et 57-63% pour R). Cette stabilité suggère une adaptation des folioles médianes des palmes externes à une absorption optimale de la lumière disponible, maintenue relativement constante dans les pixels restants.

1.1.2.4. Orientation : Sud

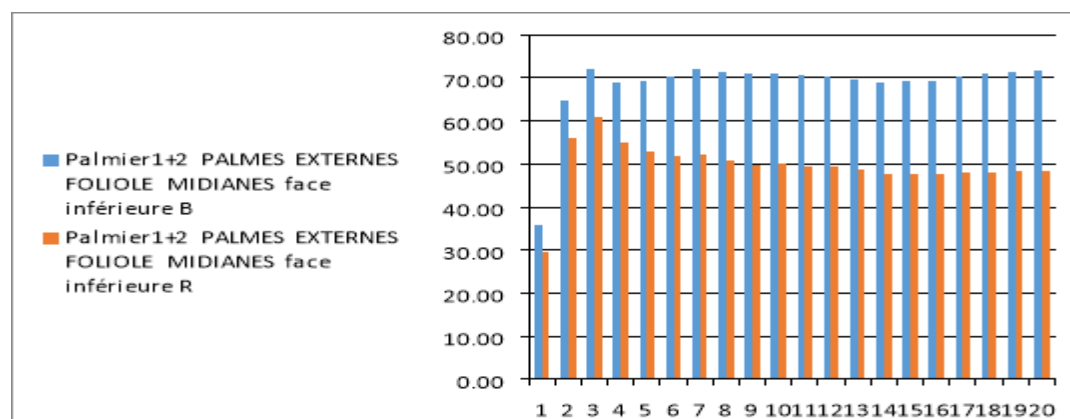


Figure 132 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers l'Sud pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs initiales d'absorption sont de 35.85% pour B et 29.40% pour R au premier pixel. Les taux d'absorption augmentent de manière significative, atteignant des valeurs maximales autour des pixels 3 à 5, avec environ 72.15% pour B et 61.00% pour R. Cette augmentation initiale peut refléter une adaptation rapide des folioles médianes à la lumière disponible. Après pixel 5, on observe une tendance à la stabilisation des taux d'absorption, avec des fluctuations légères. Cette stabilisation suggère que les folioles médianes des palmes externes maintiennent une capacité d'absorption relativement constante de la lumière.

1.1.3. Folioles : basales

1.1.3.1. Orientation : Est

Les taux d'absorption initiaux au premier pixel sont de 39.30% pour B et 44.03% pour R. Ces valeurs augmentent progressivement au fil des pixels suivants, atteignant des valeurs maximales autour des pixels 8 à 11. À ces pixels, l'absorption atteint environ 85.83% pour B et 80.20% pour R, indiquant une capacité maximale d'absorption de la lumière.

Après le pic observé autour pixel 11, les taux d'absorption montrent une légère tendance à la stabilisation ou à des variations mineures, restant généralement élevés (autour de 80-85% pour B et 74-78% pour R).

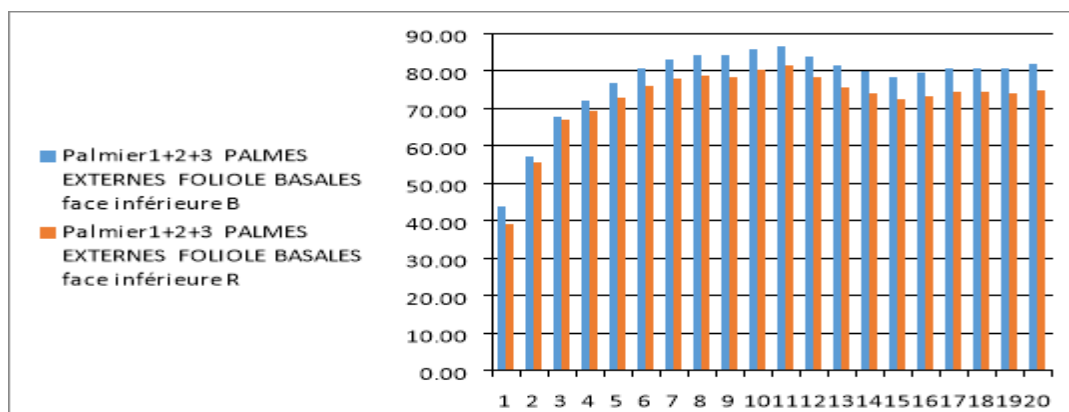


Figure 133 : Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

Ces variations suggèrent que les folioles basales des palmes externes maintiennent une capacité d'absorption élevée de manière relativement constante sur la face inférieure des feuilles.

1.1.3.2. Orientation : Ouest

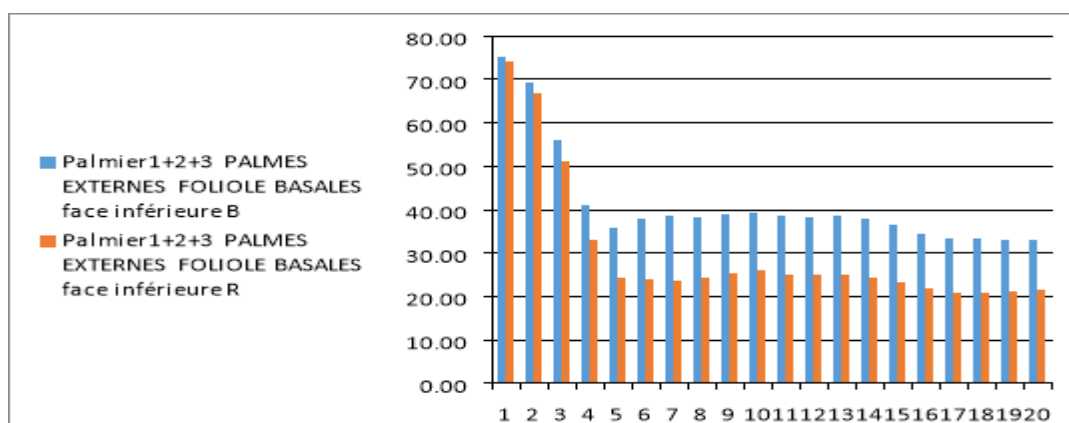


Figure 134: Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers l’Ouest pour le cultivar (Ghars).

Les taux d'absorption commencent à des niveaux élevés pour les deux types de rayons, avec 75.27% pour B et 74.33% pour R au pixel 1. Ces valeurs présentent une tendance générale de diminution régulière jusqu'au pixel environ 17, où les taux d'absorption chutent à 33.07% pour B et 21.43% pour R. Les taux d'absorption élevés initiaux Cette tendance pourrait refléter l'adaptation des feuilles à la variation de la lumière solaire au cours de la journée, où les premiers pixels montrent une capacité maximale d'absorption peuvent être attribués à une exposition directe aux rayons solaires, particulièrement intense au début de la journée lorsque l'angle d'incidence est plus favorable.

1.1.3.3. Orientation : Nord

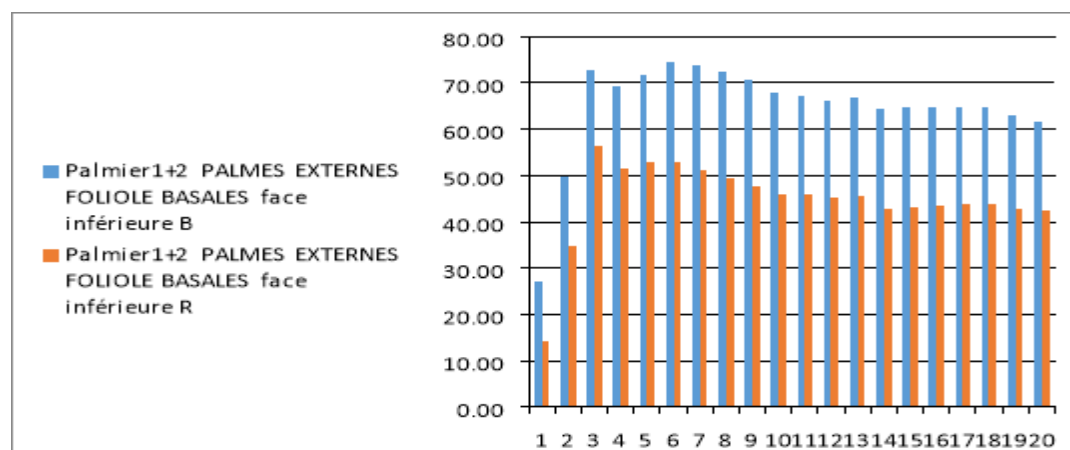


Figure 135 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

Les taux d'absorption débutent à des niveaux bas pour les deux types de rayons, avec 27.25% pour B et 14.35% pour R au pixel 1. Ensuite, les taux d'absorption augmentent progressivement jusqu'à atteindre des valeurs maximales autour du pixel 3 à 4, avec 72.95% pour B et 56.40% pour R. Cette augmentation initiale peut être due à une exposition directe aux rayons solaires lorsque l'angle d'incidence est plus favorable tôt dans la journée.

Après le pic initial, on observe une tendance de stabilité jusqu'au pixel 10 puis une légère tendance à la diminution jusqu'à la fin. Cette variation peut être attribuée aux changements dans l'intensité lumineuse et à l'angle du soleil tout au long de la journée, influençant directement la capacité des folioles à absorber la lumière solaire.

1.1.3.4. Orientation : Sud

Les taux d'absorption commencent à des niveaux relativement bas pour les deux types de rayons, avec 35.95% pour B et 31.20% pour R au premier pixel. Au fur et à mesure que l'on avance dans les pixels suivants, les taux d'absorption augmentent progressivement jusqu'à atteindre des valeurs maximales autour du pixel 4 à 5,

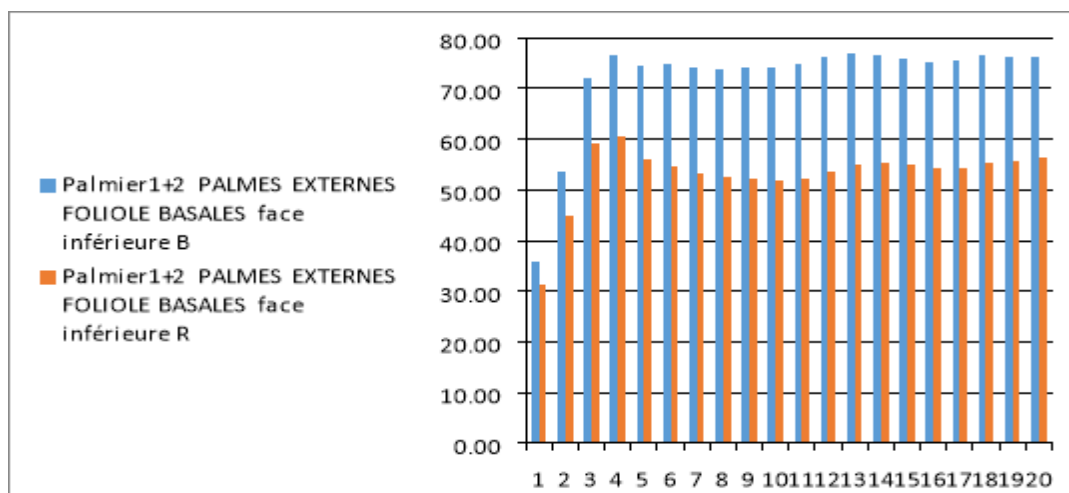


Figure 136 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers l'Sud pour le cultivar « Ghars ».

Avec 76.55% pour B et 60.45% pour R. Cette augmentation initiale peut être attribuée à une exposition directe aux rayons solaires lorsque l'angle d'incidence est plus favorable. Après le pic initial, on observe une tendance de stabilité des taux d'absorption jusqu'au pixel 12 environ, cependant, à partir du pixel 13, il y a une légère tendance à la diminution progressive des taux d'absorption pour les deux types de rayons, avec des fluctuations légères mais généralement décroissantes jusqu'à la fin des observations.

1. Face inférieure

1.2. Palmes : médianes

1.2.1. Folioles : apicales

1.2.1.1. Orientation : Est

Les taux d'absorption commencent à des niveaux bas pour les deux types de rayons, avec 32.87% pour B et 41.53% pour R au pixel 1. Au cours des pixels suivants, les taux d'absorption augmentent jusqu'à atteindre des valeurs maximales autour des pixels 13 à 14, avec 77.83% pour B et 68.83% pour R. Cette augmentation initiale peut être due à une exposition directe aux rayons solaires lorsque l'angle d'incidence est optimal. Après le pic initial, les taux d'absorption montrent une tendance générale à la stabilité, avec des fluctuations légères mais globalement constantes jusqu'à la fin des observations.

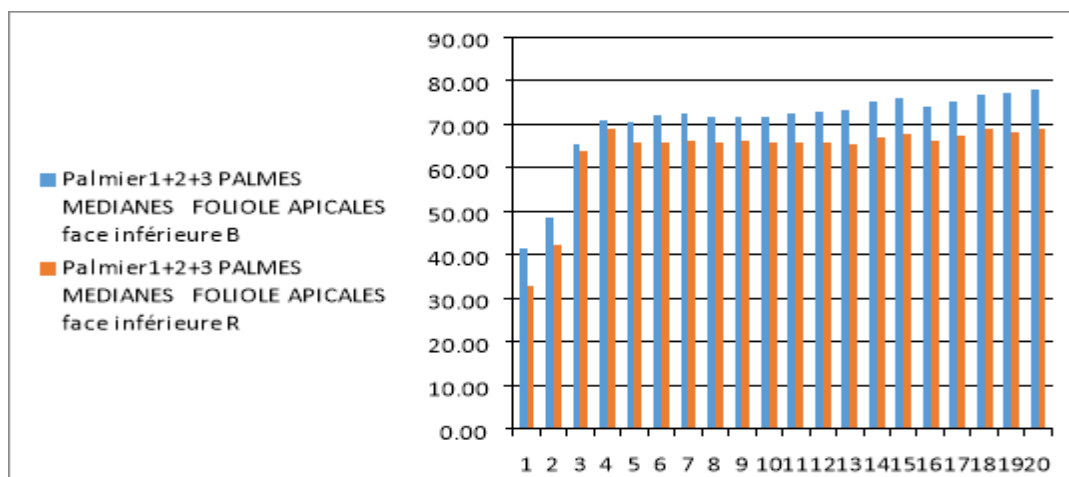


Figure 137 : Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

1.2.1.2. Orientation : Ouest

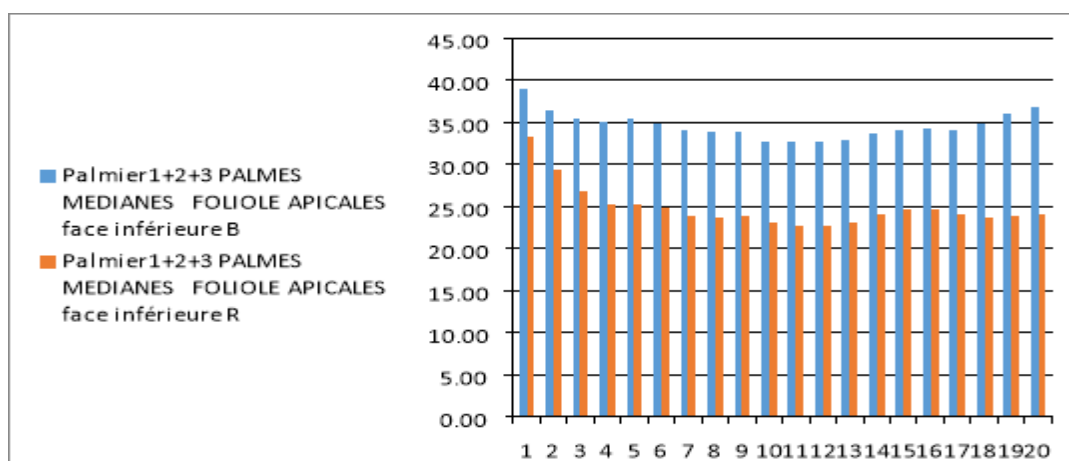


Figure 138: Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers l’Ouest pour le cultivar « Ghars ».

Les taux d'absorption commencent à des niveaux bas pour les deux types de rayons, avec 38.97% pour B et 33.37% pour R au pixel 1. Au cours des pixels suivants, les taux d'absorption diminuent jusqu'à atteindre des valeurs minimales autour des pixels 10 à 12, avec 32.70% pour B et 22.80% pour R. Cette diminution initiale peut être due à une exposition modérée aux rayons solaires lorsque l'angle d'incidence est moins favorable.

1.2.1.3. Orientation : Nord

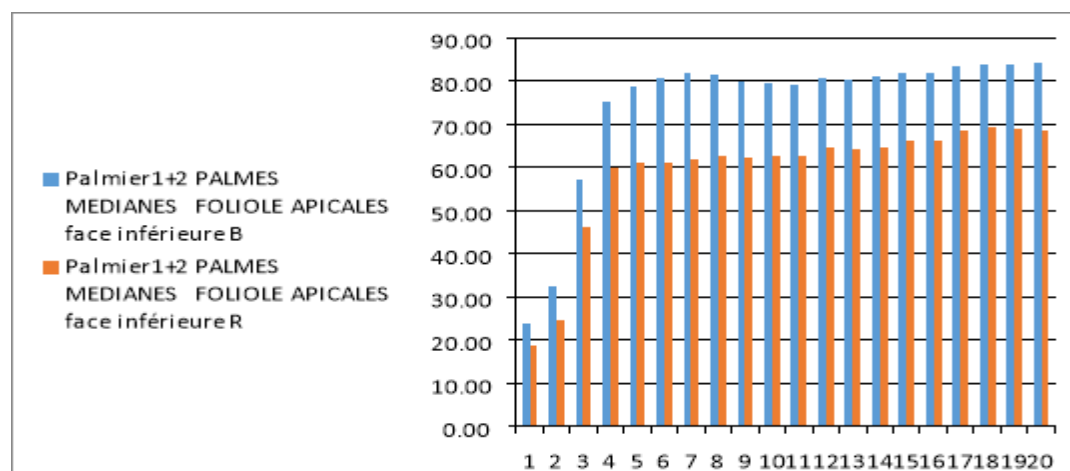


Figure 139: Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers le Nord pour le cultivar « Ghars ».

Les taux d'absorption commencent à des niveaux relativement bas pour les deux types de rayons, avec 23.75% pour B et 18.85% pour R au premier pixel. Au cours des pixels suivants, les taux d'absorption augmentent rapidement pour atteindre des valeurs maximales autour des pixels 13 à 14, avec 83.95% pour B et 69.15% pour R. Cette augmentation peut être attribuée à une exposition directe aux rayons solaires lorsque l'angle d'incidence est optimal.

1.2.1.4. Orientation : Sud

Les taux d'absorption commencent à des niveaux bas pour les deux types de rayons, avec 36.95% pour B et 26.45% pour R au pixel 1. Au cours des pixels suivants, les taux d'absorption augmentent pour atteindre des valeurs maximales autour des pixels 14 à 17, avec 81.55% pour B et 65.05% pour R. Cette augmentation peut être attribuée à une exposition directe aux rayons solaires lorsque l'angle d'incidence est optimal.

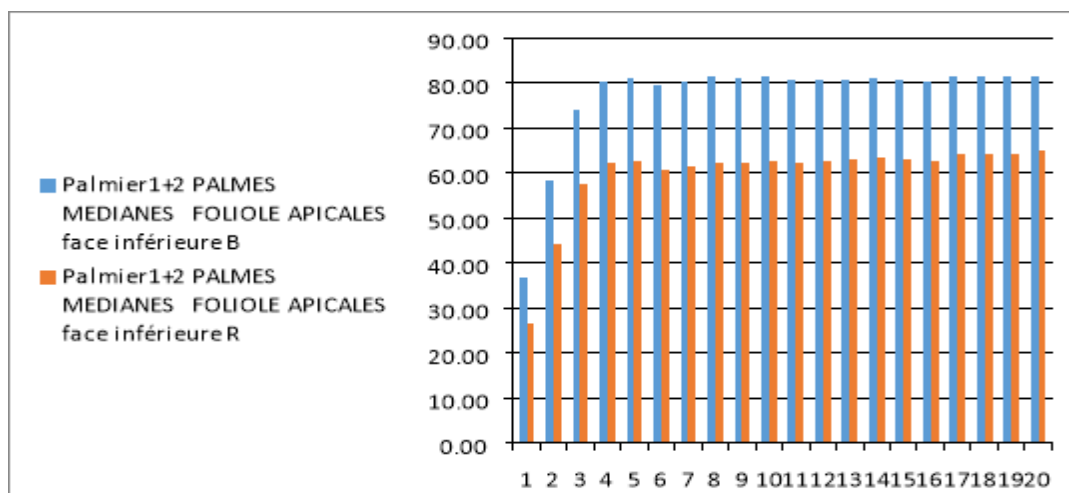


Figure 140 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

1.2.2. Folioles : médianes

1.2.2.1. Orientation : Est

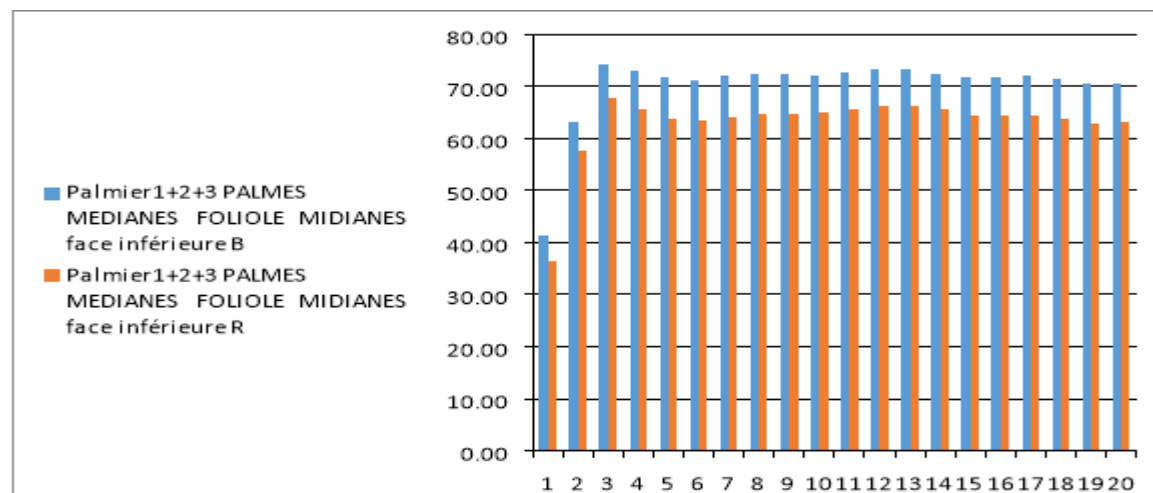


Figure 141 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

La figure 141 présente les taux d'absorption avec des valeurs pour les rayons B variant entre 41,43 % et 74,23 %, et pour les rayons R entre 36,43 % et 67,83 %. Les données montrent des augmentations notables des taux d'absorption entre les premiers pixels, notamment entre les pixels 1 et 2 pour les rayons B (41,43 % à 63,20 %) et R (36,43 % à 57,63 %). Les diminutions sont rares, comme entre les pixels 3 et 4 pour B (74,23 % à 72,93 %) et R (67,83 % à 65,57 %). La stabilité est prédominante, avec des taux d'absorption pour B et R oscillant respectivement autour de 72-74 % et 63-67 % entre les pixels 3 et 19.

1.2.2.2. Orientation : Ouest

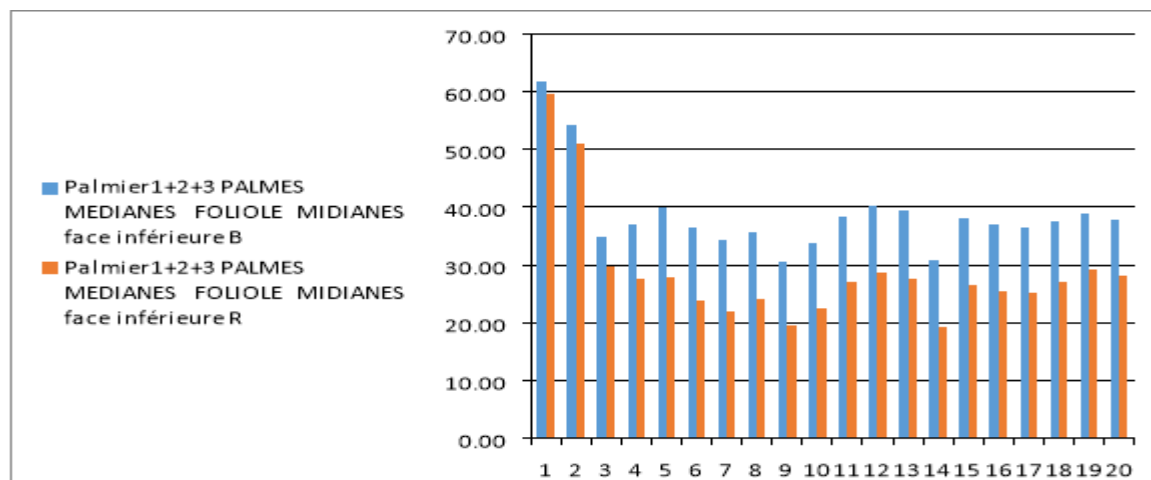


Figure 142 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghars ».

La figure 142 présente les taux d'absorption avec des valeurs pour les rayons B variant entre 30,50 % et 61,63 %, et pour les rayons R entre 19,23 % et 59,60 %. Les données montrent des augmentations notables entre les pixels 9 (30,50 %) et 10 (33,70 %) pour les rayons B, et pour les rayons R, entre les pixels 9 (19,43 %) et 10 (22,43 %). Les diminutions sont observées entre les pixels 1 et 2 pour B (61,63 % à 54,20 %) et R (59,60 % à 51,07 %). Les taux d'absorption montrent une tendance de diminution, probablement due à une dispersion de la lumière et à une distribution inégale des pigments photosynthétiques.

1.2.2.3. Orientation : Nord

La figure 143 présente les taux d'absorption, avec des valeurs pour les rayons B variant entre 58,80 % et 80,45 %, et pour les rayons R entre 46,80 % et 70,25 %. Les données montrent des augmentations notables des taux d'absorption entre certains pixels. Par exemple, pour les rayons B, il y a une augmentation entre les pixels 1 (58,80 %) et 2 (72,75 %), et pour les rayons R, entre les pixels 1 (46,80 %) et 2 (60,65 %). Les diminutions sont rares, mais on observe une légère baisse pour les rayons B entre les pixels 11 (79,80 %) et 12 (78,10 %), et pour les rayons R entre les mêmes pixels (70,10 % à 68,35 %). La stabilité est prédominante dans les pixels intermédiaires, avec des taux d'absorption pour B oscillant autour de 78-80 % et pour R autour de 68-70 %.

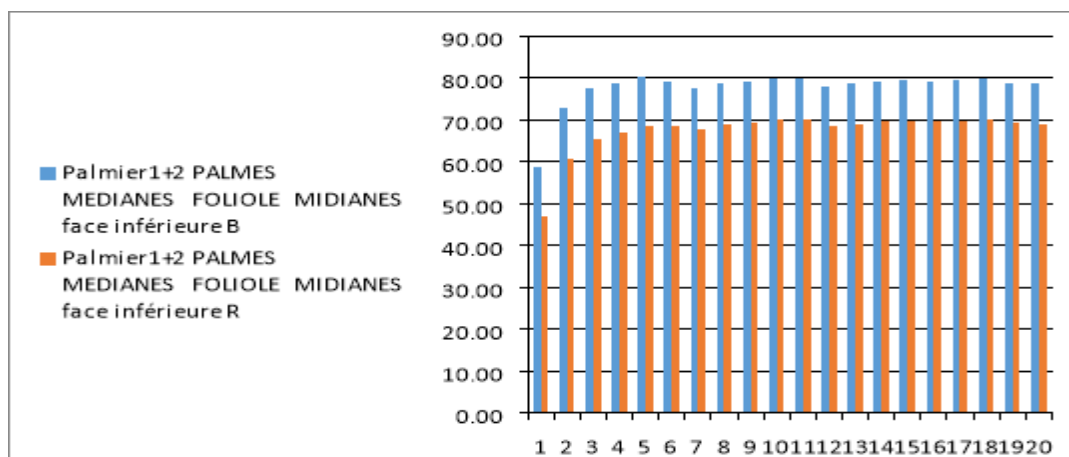


Figure 143 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

1.2.2.4. Orientation : Sud

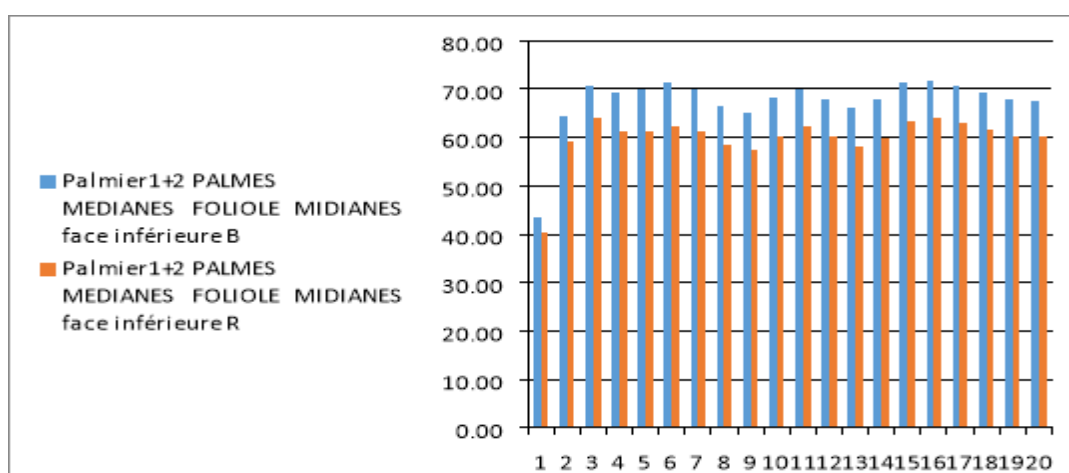


Figure 144 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

La figure 144 présente les taux d'absorption variant entre 43,60 % et 71,85 %, et pour les rayons R entre 40,35 % et 63,90 %. Une observation notable est la corrélation positive entre l'absorption des rayons B. Les données montrent des augmentations notables des taux d'absorption entre certains pixels. Par exemple, pour les rayons B, il y a une augmentation entre les pixels 1 (43,60 %) et 2 (64,45 %), et pour les rayons R, entre les mêmes pixels (40,35 % à 59,30 %). Les diminutions sont observées pour les rayons B entre les pixels 3 (70,80 %) et 4 (69,45 %), ainsi qu'entre les pixels 17 (70,80 %) et 18 (69,30 %), et pour les rayons R entre les mêmes pixels (64,10 % à 61,25 % et 62,90 % à 61,70 %).

1.2.3. Folioles : basales

1.2.3.1. Orientation : Est

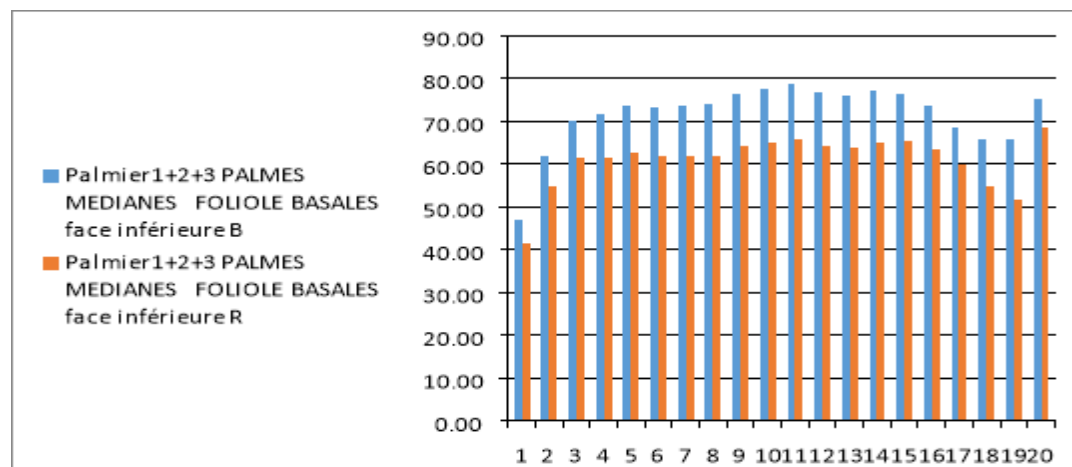


Figure 145 : Taux d’absorption des rayons bleu et rouge par les folioles basales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

La figure présente les valeurs d’absorption pour les rayons B variant de 46.87% à 78.87%, tandis que pour R, elles varient de 42.90 % à 75.00%. Ces données démontrent les capacités d'absorption des folioles basales, reflétant une réponse adaptative aux conditions environnementales et à la physiologie spécifique des palmiers.

1.2.3.2. Orientation : Ouest

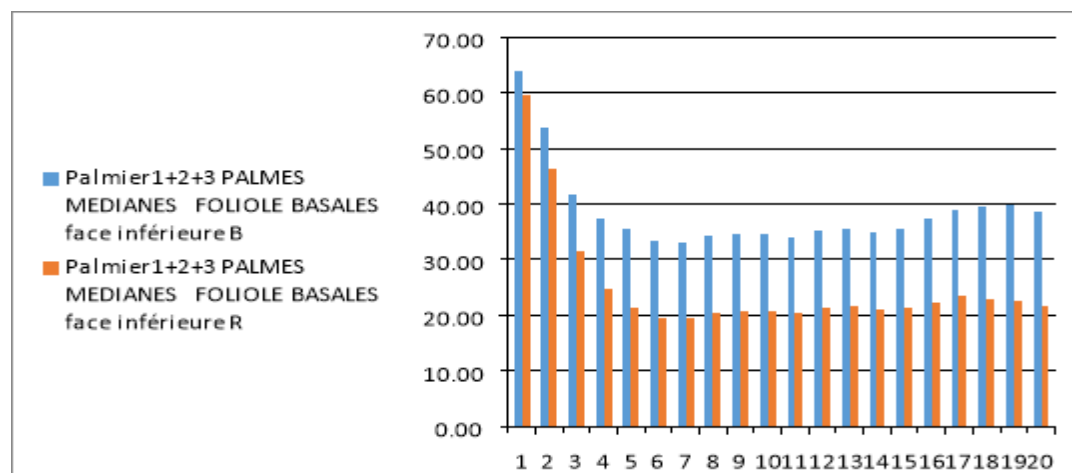


Figure 146: Taux d’absorption des rayons bleu et rouge par les folioles basales orientées vers l’Ouest pour le cultivar « Ghars ».

Les données d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) sur la face inférieure des folioles basales des palmes médianes montrent une diminution progressive des taux d'absorption à mesure que l'on avance des premiers vers les derniers pixels. Les

valeurs initiales élevées pour B (63.97%) et R (59.50%) diminuent progressivement jusqu'aux dernières observations où B atteint 38.60% et R descend à 21.53%. Cette tendance suggère une répartition non uniforme des pigments photosynthétiques le long des folioles basales, avec une capacité d'absorption initialement plus élevée près de la base, diminuant graduellement vers l'extrémité de la feuille.

1.2.3.3. Orientation : Nord

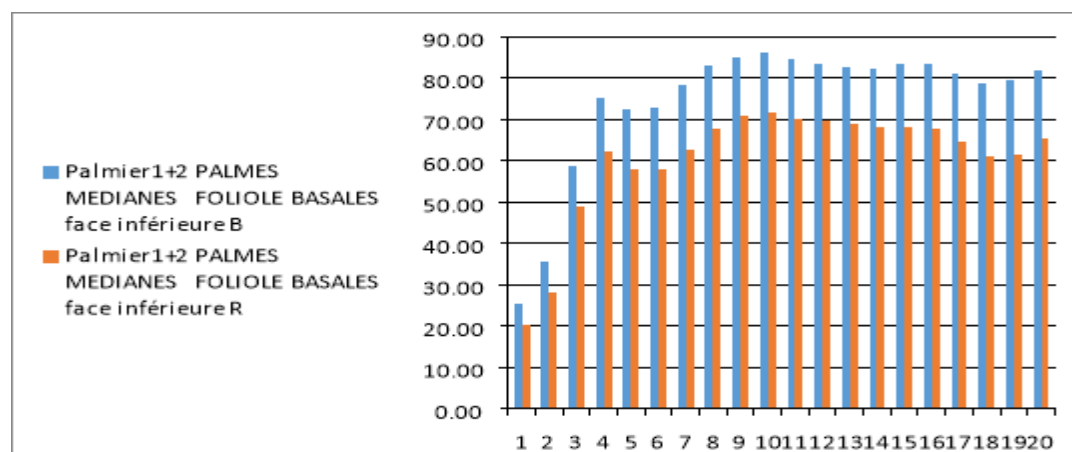


Figure 147 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

La figure 147 présente les valeurs pour les rayons B variant de 25.40 à 81.95, tandis que pour R, elles varient de 20.45 à 65.40. Ces données montrent une tendance d'augmentation allant jusqu'au 86.20% pour les B et 71.75% pour les R. Les valeurs démontrent une variation significative dans les capacités d'absorption des folioles basales, indiquant une réponse adaptative aux conditions environnementales et à la physiologie spécifique des palmiers.

1.2.3.4. Orientation : Sud

La figure 148 présente les taux d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R). Pour le rayon bleu (B), les valeurs montrent une tendance à l'augmentation de 41.55% à 77.90% à travers les observations.

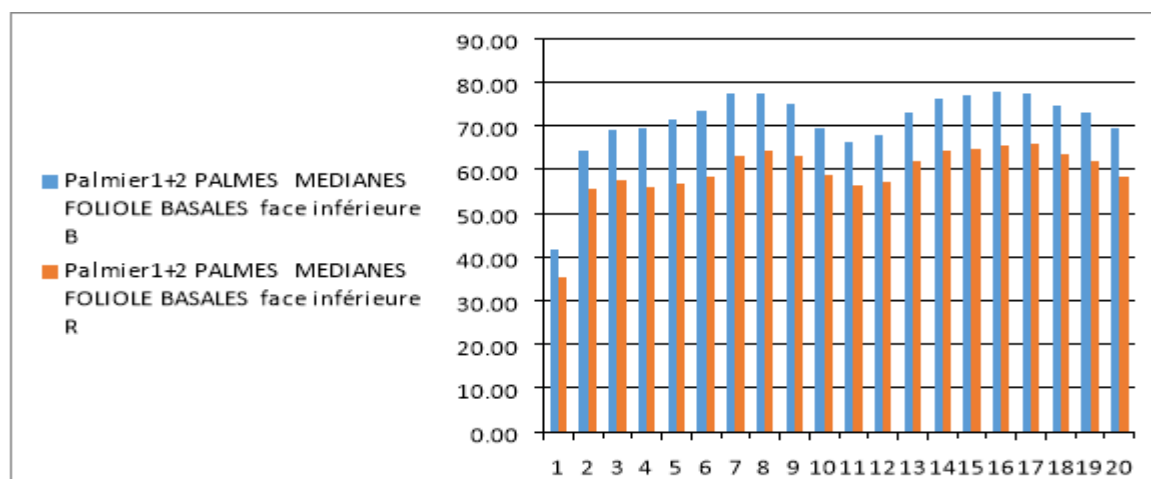


Figure 148 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

Pour le rayon rouge (R), les valeurs montrent également une tendance à l'augmentation de 35.55 à 65.85. Cette augmentation suggère une réponse adaptative similaire des folioles basales à la lumière rouge, complémentaire à l'absorption de la lumière bleue pour soutenir les processus métaboliques et la santé globale de la plante.

1. Face inférieure

1.3. Palmes : internes

1.3.1. Folioles : apicales

1.3.1.1. Orientation : Est

La figure 149 présente les valeurs d'absorption pour B variant de 34.77% à 60.27%, tandis que pour R, elles varient de 29.40% à 47.27%. Pour le rayon rouge (R), les valeurs montrent également une tendance à l'augmentation de 29.40% à 47.27%. Cette augmentation suggère une réponse adaptative similaire des folioles apicales à la lumière rouge, complémentaire à l'absorption de la lumière bleue pour soutenir les processus métaboliques et la santé globale des palmes internes.

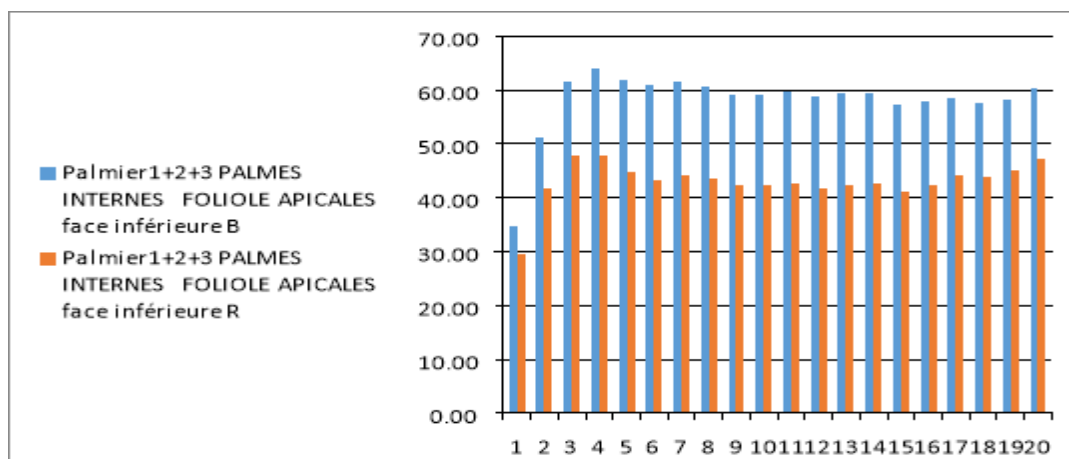


Figure 149 : Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

1.3.1.2. Orientation : Ouest

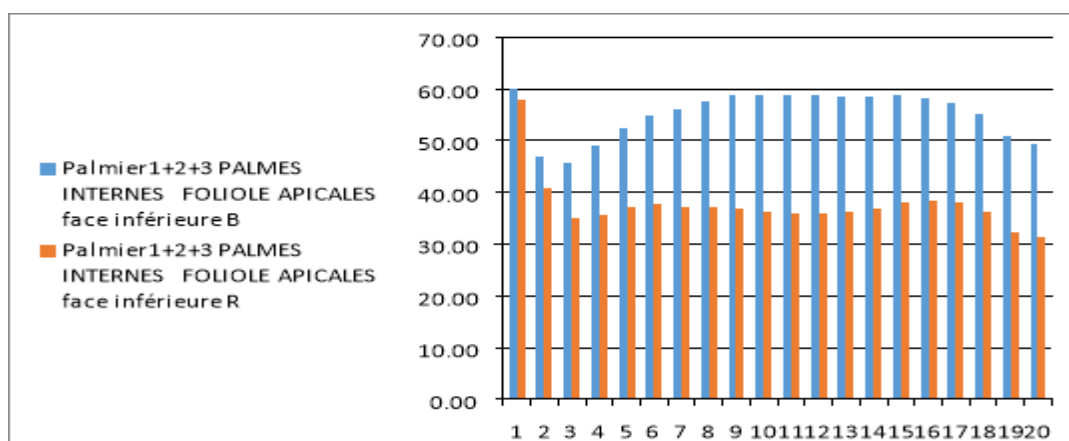


Figure 150: Taux d’absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Apicales orientées vers Ouest pour le cultivar « Ghars ».

La figure 150 présente les valeurs pour les rayons B variant de 45.67% à 60.03%, tandis que pour les rayons R, elles varient de 31.23% à 57.73%. Ces données montrent une variation significative dans les capacités d'absorption des folioles apicales, révélant une réponse adaptative aux conditions spécifiques des palmes internes. Les valeurs plus élevées peuvent refléter une adaptation aux conditions environnementales changeantes.

1.3.1.3. Orientation : Nord

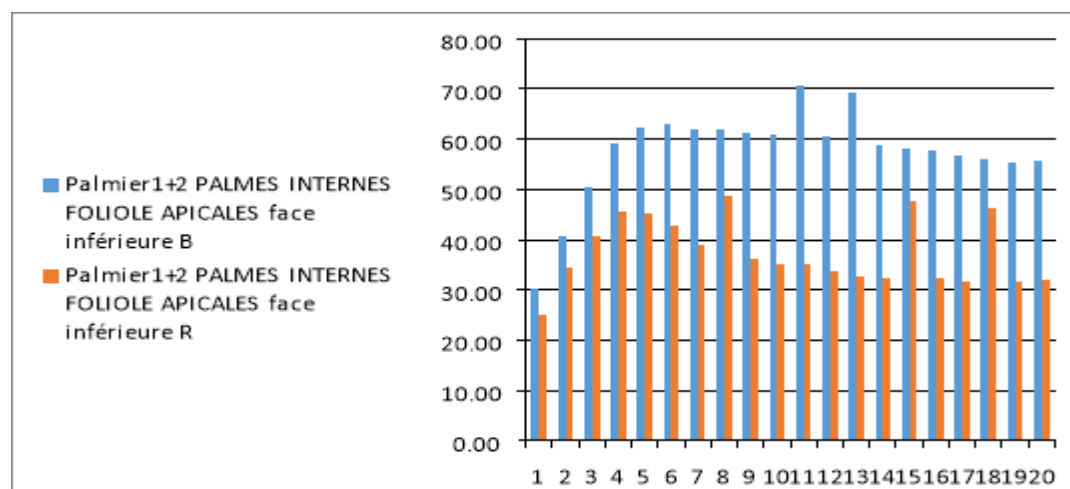


Figure 151 : Taux d'absorption des rayons bleu et rouge par les folioles Apicales orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

La figure 151 présente les valeurs pour les rayons B variant de 30.10% à 70.75%, tandis que pour R, elles varient de 25.10 % à 48.70%. Cette augmentation progressive peut refléter une capacité accrue des folioles apicales à absorber la lumière bleue, essentielle pour la photosynthèse et la croissance des palmes internes. Les variations observées peuvent être influencées par des facteurs tels que l'intensité lumineuse, la densité de la canopée ou d'autres variables environnementales internes.

1.3.1.4. Orientation : Sud

Les données de la figure 152 montrent les taux d'absorption des rayons B (bleu) et R (rouge). Les valeurs pour le rayon B varient de 30,65% à 76,05%, tandis que celles pour le rayon R varient de 28,55% à 64,20%. On observe une tendance générale à l'augmentation des taux d'absorption jusqu'au pixel 13, suivie d'une stabilisation des valeurs à partir du pixel 14. Cette stabilisation peut indiquer une adaptation des folioles aux conditions environnementales, favorisant une absorption de la lumière plus constante et efficace sur la face inférieure des palmes.

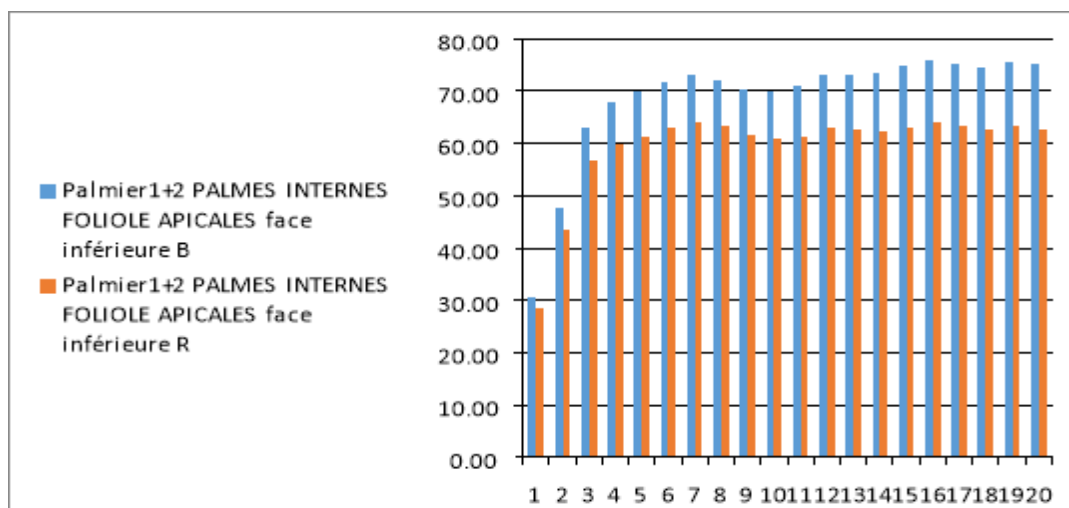


Figure 152 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles apicales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

1.3.2. Folioles : médianes

1.3.2.1. Orientation : Est

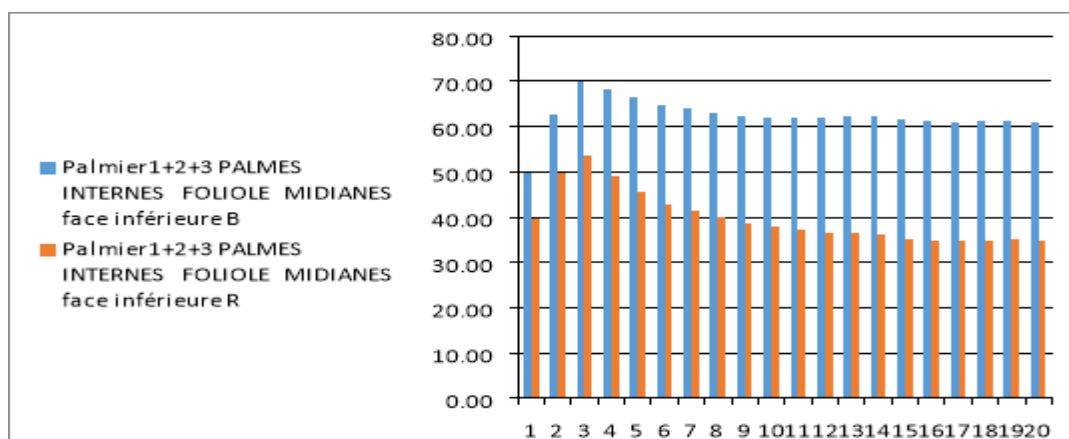


Figure 153 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

Les données montrent les valeurs pour le rayon B variant de 61,03% à 69,97%, tandis que celles pour le rayon R varient de 34,63% à 53,60%. On observe une tendance générale à la diminution des taux, notamment entre les pixels 7 et 19. Cette diminution pourrait être influencée par divers facteurs environnementaux, tels que des variations de lumière ou d'autres conditions affectant l'efficacité d'absorption des folioles médianes sur la face inférieure des palmes internes.

1.3.2.2. Orientation : Ouest

Les valeurs d'absorption des rayons B varient de 44,87% à 62,83%, tandis que celles des rayons R varient de 30,57% à 57,73%. On observe une variation des taux

d'absorption à travers les données, sans une tendance générale claire à la diminution ou à l'augmentation sur l'ensemble des pixels.

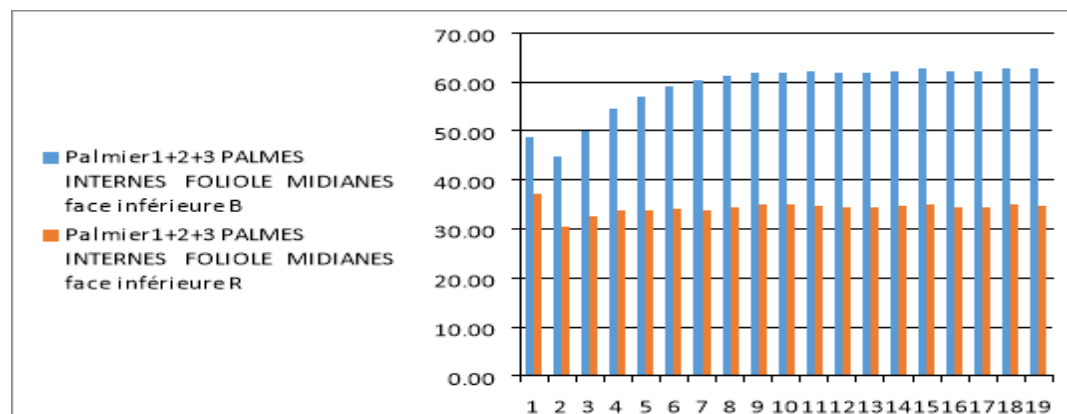


Figure 154 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghars ».

Les taux d'absorption montrent des fluctuations tout au long des mesures. Il semble y avoir une légère augmentation initiale suivie d'une stabilisation relative des valeurs à partir du pixel 7 jusqu'au pixel 19. Cette stabilité pourrait indiquer une capacité des folioles médianes à maintenir une absorption lumineuse relativement constante malgré les variations environnementales.

1.3.2.3. Orientation : Nord

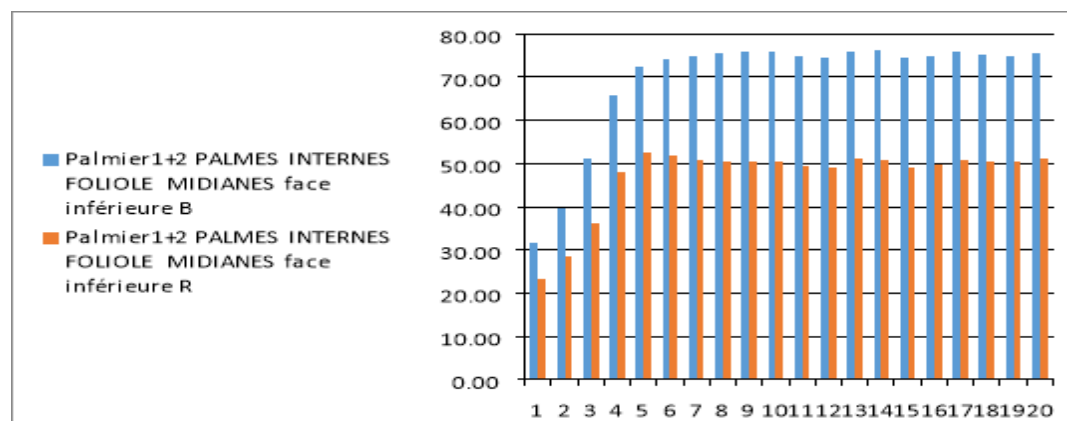


Figure 155 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles Médianes orientées vers Nord pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons B varient de 31,65% à 76,25%, tandis que celles des rayons R varient de 23,35% à 52,60%. On observe une tendance générale à l'augmentation des taux d'absorption à mesure que l'on progresse à travers les données. Cette augmentation progressive des valeurs pourrait indiquer une adaptation

des folioles médianes aux conditions environnementales, permettant une absorption de la lumière plus efficace sur la face inférieure des palmes internes.

1.3.2.4. Orientation : Sud

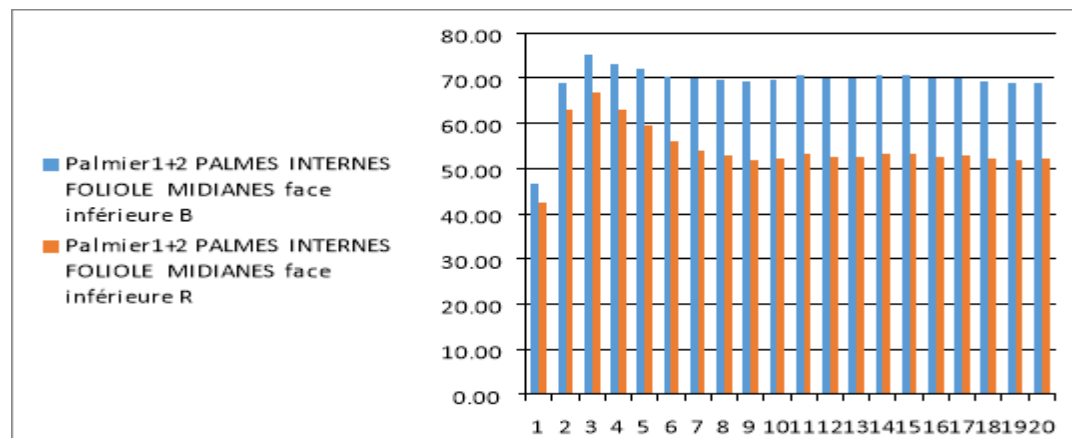


Figure 156 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles médianes orientées vers le Sud sur la face inférieure pour le cultivar (Ghars).

Les valeurs d'absorption des rayons B (B%) varient de 46,80% à 70,80%, tandis que celles des rayons R (R%) varient de 42,50% à 66,95%. Une tendance d'augmentation des taux d'absorption est observée de manière marquée entre les pixels 1 et 3, suivie par une stabilisation relative des valeurs à partir du pixel 4 jusqu'au pixel 19.

Cette première phase d'augmentation pourrait indiquer une adaptation initiale des folioles médianes à des conditions environnementales favorables ou à une croissance active, optimisant ainsi l'absorption lumineuse sur la face inférieure des palmes internes. Par la suite, la stabilité des taux d'absorption suggère une capacité des folioles à maintenir une absorption efficace de la lumière malgré les variations potentielles dans l'environnement.

1.3.3. Folioles : basales

1.3.3.1. Orientation : Est

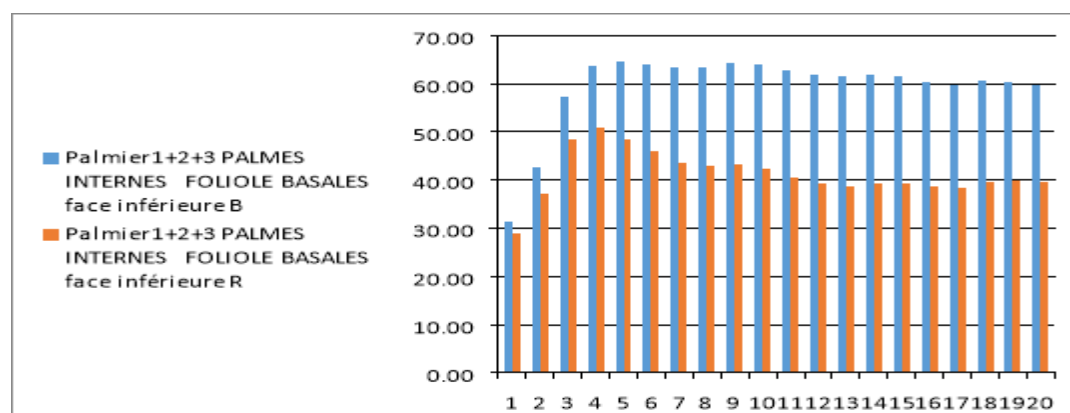


Figure 157 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Est pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons B (B%) varient de 46,80% à 70,80%, tandis que celles des rayons R (R%) varient de 42,50% à 66,95%. Une tendance d'augmentation des taux d'absorption est observée de manière marquée entre les pixels 1 et 3, suivie par une stabilisation relative des valeurs à partir du pixel 4 jusqu'au pixel 19.

Cette première phase d'augmentation pourrait indiquer une adaptation initiale des folioles médianes à des conditions environnementales favorables ou à une croissance active, optimisant ainsi l'absorption lumineuse sur la face inférieure des palmes internes. Par la suite, la stabilité des taux d'absorption suggère une capacité des folioles à maintenir une absorption efficace de la lumière malgré les variations potentielles dans l'environnement.

1.3.3.2. Orientation : Ouest

Les valeurs d'absorption des rayons B (B%) varient de 42,33% à 78,43%, tandis que celles des rayons R (R%) varient de 27,00% à 72,63%.

On observe une variation significative des taux d'absorption à travers les données. Initialement, il y a une tendance à l'augmentation des taux d'absorption jusqu'au pixel 4. Cela pourrait indiquer une adaptation des folioles basales aux conditions environnementales initiales, suivie d'une capacité à maintenir une absorption relativement stable malgré les variations ultérieures.

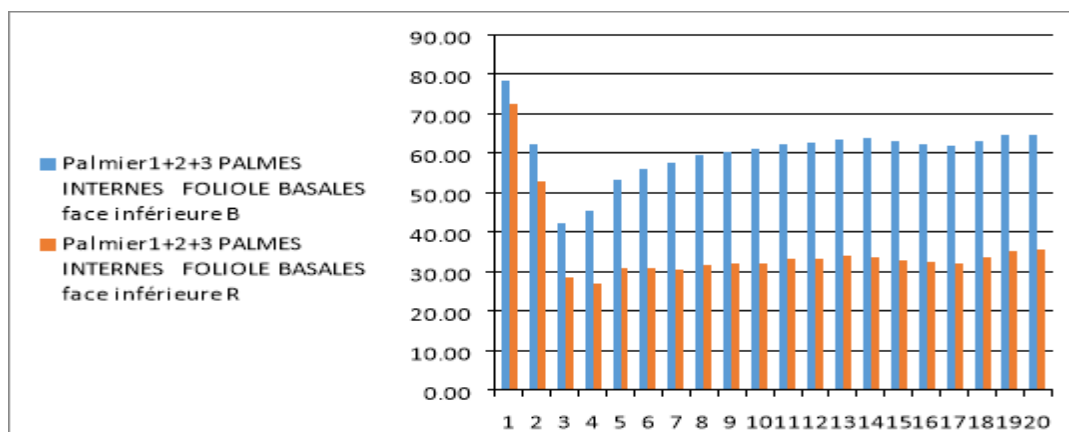


Figure 158 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers l'Ouest pour le cultivar « Ghar ».

1.3.3.3. Orientation : Nord

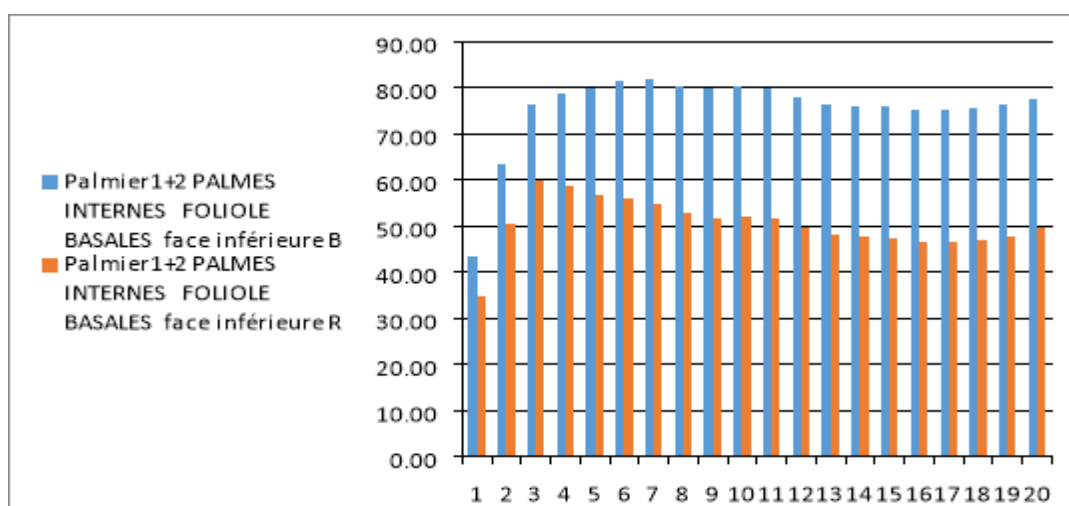


Figure 159 : Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers Nord sur la face inférieure pour le cultivar « Ghars ».

Les valeurs d'absorption des rayons B (B%) varient de 43,50% à 77,70%, tandis que celles des rayons R (R%) varient de 34,75% à 59,90%.

On observe une tendance générale à l'augmentation des taux d'absorption entre les pixels 1 et 6. Cette augmentation pourrait indiquer une adaptation des folioles basales à des conditions environnementales favorables ou à une croissance active, optimisant ainsi l'absorption lumineuse sur la face inférieure des palmes internes.

Par la suite, les taux d'absorption montrent une certaine stabilité à partir du pixel 7 jusqu'au pixel 19, avec des fluctuations mineures. Cette stabilité suggère une capacité des folioles basales à maintenir une absorption efficace de la lumière malgré les variations potentielles dans l'environnement.

1.3.3.4. Orientation : Sud

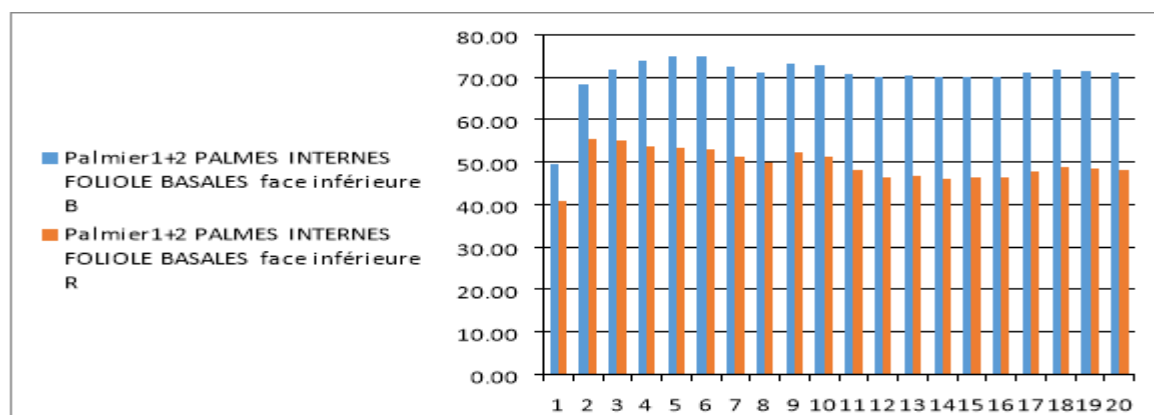


Figure 160: Taux d'absorption des rayons bleus et rouge par les folioles basales orientées vers le Sud pour le cultivar « Ghars ».

La figure 160 présente les taux d'absorption des rayons bleus (B) et rouges (R) sur la face inférieure des folioles basales des palmes internes. Les valeurs pour B varient de 49.35% à 75.00%, tandis que pour R%, elles varient de 40.95% à 53.75%. Ces données montrent une variation dans les capacités d'absorption des folioles basales, reflétant une réponse adaptative aux conditions spécifiques des palmes internes.

Conclusion générale

Ce travail de recherche s'inscrit dans une démarche d'évaluation numérique de la teneur en chlorophylle chez deux cultivars de palmiers dattiers cultivés dans la région de Biskra. L'objectif principal était de quantifier et de comparer la teneur en chlorophylle des différents cultivars afin d'identifier les variations et les facteurs (environnementaux et structural) influençant la production de chlorophylle. Cette étude, ancrée dans une approche quantitative rigoureuse, a impliqué des mesures détaillées des données collectées sur le terrain. En s'appuyant sur une combinaison d'une approche novatrice basée sur la simulation numérique et d'une analyses délicates de la littérature scientifique, cette recherche a permis de répondre à des questions essentielles sur les niveaux de chlorophylle et leur corrélation avec la nutrition et la productivité des palmiers dattiers dans la région d'étude.

Cette étude permet d'évaluer l'absorption des rayonnements lumineux par un échantillonnage exhaustif réalisé, avec 144 folioles des deux cultivars de « Deglet Nour » et « Gahrs ». Les résultats issus de traitement numérique des images foliaires à haute résolution par MESURIUM montrent systématiquement une absorption plus élevée des rayons bleus par rapport aux rayons rouges, en raison des propriétés des pigments chlorophylliens. Néanmoins, des variations notables sont observées selon la position (apicale, médiane ou basale), l'orientation (est, ouest, nord et sud) et face (Supérieure et inférieure) des folioles ainsi que position sur la palme (Externes, Médiannes et Internes),

Pour « Deglet Nour », les folioles apicales externes orientées vers l'Est et l'Ouest montrent souvent des taux d'absorption maximaux dans leur zone centrale (jusqu'à un moyen de 70%), avec une diminution vers les extrémités. Les folioles médianes et internes présentent des profils plus variables, parfois avec des baisses localisées de l'absorption. Cependant pour la face inférieure, les folioles des palmes internes semblent absorber globalement moins la lumière que celles des palmes externes, ce qui pourrait être lié à une ombre portée sur le palmier dattier.

Pour le cultivar « Ghars », en générale, les folioles de palmier dattier orientées vers l'Est montrent une augmentation continue des taux d'absorption pour les deux types de rayons, reflétant une adaptation optimisée aux conditions lumineuses matinales. En revanche, les folioles orientées vers l'Ouest présentent une diminution de l'absorption, probablement en raison d'une exposition moins favorable aux rayons solaires en fin de journée. Les orientations Nord et Sud affichent des tendances variables, mais globalement, les taux d'absorption restent stables ou augmentent

légèrement, suggérant une capacité adaptative des folioles aux variations environnementales.

Les augmentations et diminutions notables des taux d'absorption entre certains pixels indiquent des périodes d'adaptation à des conditions lumineuses changeantes, suggérant une capacité des folioles à optimiser leur absorption pour maximiser l'efficacité photosynthétique. Les périodes de stabilité observées illustrent des conditions environnementales constantes. Globalement, ces observations mettent en évidence la capacité adaptative du cultivar « Deglet Nour » et « Ghars » à moduler son absorption lumineuse en réponse aux variations environnementales, influençant ainsi sa croissance et sa performance photosynthétique. De plus, ces résultats soulignent la grande plasticité du palmier dattier et ses mécanismes d'ajustement fins pour optimiser la capture de l'énergie lumineuse essentielle à sa croissance et sa productivité, malgré des expositions très hétérogènes dans son environnement.

D'après notre analyse, les principales conclusions tirées sont les suivants :

1- Le pic d'absorption initiale des rayons (B) et (R) peut être attribué à une concentration plus élevée de pigments photosynthétiques, comme la chlorophylle, influencent significativement l'absorption lumineuse, avec des variations observées selon les zones spécifiques des feuilles.

2- Les conditions externes telles que l'intensité lumineuse, la qualité spectrale, la température et l'humidité modulent l'efficacité de l'absorption lumineuse par les feuilles.

3- Les différences physiologiques entre les feuilles, telles que l'âge et la santé, ainsi que les micro-environnements spécifiques comme l'angle d'incidence des rayons solaires, les ombres portées et la répartition de la chlorophylle (pigment foliaires) influencent leur capacité d'absorption lumineuse.

Ces conclusions mettent en lumière l'importance de la structure foliaire, de la composition des pigments, et des conditions environnementales dans l'absorption lumineuse des palmiers, ce qui est crucial pour optimiser leur croissance et leur productivité dans différents environnements agricoles.

Références bibliographiques

- Ben Abdallah, A. (1990), “La phoeniciculture”, *CIHEAM - Options Mediterraneenes*, Vol. A No. 11, pp. 105–120.
- Aberlenc-Bertossi, F. (2010), “Biotechnologies du palmier dattier”, *IRD Éditions INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT*, pp. 195–210.
- BEN AISSA, R. and BEN SAHLA, G. (2018), “Effet de la cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi* Targ) sur les pigments chlorophylliens du palmier dattier”, *Mémoire de Master à l’université de Biskra*.
- Al-Shahib, W. and Marshall, R.J. (2003), “The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future?”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, England, Vol. 54 No. 4, pp. 247–259.
- ALLAM, A. (2008), “Etude de l’évolution des infestations du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* Linné, 1793) par *Parlatoria blanchardi* Targ. (Homoptera diaspididae Tard. 1892) dans quelques biotopes de la région de Touggourt.”, *Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique El Harrach Alger*, p. 32.
- AMRANI, Abdelmalek and Abdelkader, M. (2019), “Evaluation de la teneur en polyphénols et l’activité antifongique de quelques extraits de cultivars de dattes de la région d’Adrar. Présenté”, *Mémoire de Master, Université ADRAR*, pp. 2018–2019.
- Asmae, M., Adil, E. and Younès, N. (2022), “Technologies post-récolte pour la préservation de la qualité des dattes durant le stockage”, *AFRIMED AJ –Al Awamia*, No. 134, pp. 30–59.
- Belabes, S.E., Blama, A., Djema, S., Ben, R., Farah Malak, Ouennougihi, M., Ouagueni, M.C.E., *et al.* (2014), “Le Monde des Dattes 17 wilayas productrices de dattes”, *Magazine Mensuel N°1*, No. January 2014, p. 2015.
- Belaroussi, M.H. (2019), “Etude de la production du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L .) variété Deglet Nour: cas des régions de Oued Mya et Oued Righ.”, *Thèse de Doctorat de l’université de Ouargla*.
- Belguedj. (2002), *Les Ressources Génétiques Du Palmier Dattier Caractéristiques Des Cultivars de Dattiers Dans Les Palmeraies Du Sud-Est Algérien*, INRAA, Alger.
- Belguedj, N., Bassi, N., Fadlaoui, S., Agli, A., Constantine, M. De and Constantine, M. De. (2015), “Contribution à l’industrialisation par l’amélioration du processus traditionnel de fabrication de la boisson locale à base de datte”, *Journal of New Sciences*, Vol. 20 No. 7, pp. 818–829.
- BENAFOU, E.Y., Inssaf, O.Z. and Rana, H. (2023), “Les effets anatomiques de cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi* Trag) sur quelques variétés de palmier dattier”, *Mémoire de Master, Université de M’sila*.

- BENHARRAT, O. (2022), “LA DISTRIBUTION SPATIALE DE PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES STRUCTURELLES DU SECTEUR PHOENICICOLE DANS LA WILAYA DE BISKRA”, *Mémoire Master à l’Université de Biskra*.
- Benziouche, S.E. (2017), “L’agriculture biologique, un outil de développement de la filière dattes dans la région des Ziban en Algérie”, *Cahiers Agricultures*, Vol. 26 No. 3.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N.E. and Attia, H. (2004), “Date seeds: Chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction”, *Food Chemistry*, Vol. 84 No. 4, pp. 577–584.
- Bouguedoura, N., Benkhalifa, A. and Bennaceur, M. (2010), “Le palmier dattier en Algérie : Situation, contraintes et apports de la recherche”, *Biotechnologies Du Palmier Dattier. IRD Éditions*, pp. 15–22.
- Bounaga N and Djerbi M. (1990), “Pathologie du palmier dattier”, *Montpellier : CIHEAM Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*, Vol. 132 No. 11, pp. 127–132.
- Dakhia, N., Bensalah, M.K., Romani, M., Djoudi, A.M. and Belhamra, M. (2013), “État Phytosanitaire Et Diversité Variétale Du Palmier Dattier Au Bas Sahara - Algérie”, *Algerian Journal of Arid Regions*, pp. 5–17.
- Doumandji, S. (1981), *Biologie et Écologie de La Pyrale Des Caroubes Dans Le Nord de l’Algérie: Ectomyelois Ceratoniae Zeller (Lepidoptera Pyralidae)*, Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- Estanove, P. (1990), “Note technique : Valorisation de la datte”, in V., D. and G., T. (Eds.), *Les Systèmes Agricoles Oasiens*, Vol. 11, Montpellier : CIHEAM, pp. 301–318.
- FAO. (2020), “Proposition relative à la célébration d’une Année internationale du palmier dattier”, *FAOSTAT Agriculture 2018.*, Vol. 1, available at: www.FAO.org.
- Hakkou, A., Chakroune, K., Souna, F. and Bouakka, M. (2012), “La fusariose vasculaire du palmier dattier (Bayoud): Méthodes de lutte”, *Jornada Multidisciplinar Sobre Las Bases Ecológicas y Culturales Del Oasis de Figuig (Marruecos), Oujda, Marruecos, 24 de Febrero de 2012*
- Jean Baptise Féret, M. (2009), “Apport de la modélisation pour l’estimation de la teneur en pigments foliaires par télédétection.”, *Thèse de Doctorat de l’université Pierre et Marie Curie*.
- Mansouri, A., Embarek, G., Kokkalou, E. and Kefalas, P. (2005), “Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*)”, *Food Chemistry*, Vol. 89 No. 3, pp. 411–420.
- MATALLAH, S. (2010), “Comportement biologique de *Parlatoria blanchardi* Targioni 1892 (Homoptera : Diaspididae) vis-à-vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra”, *MÉMOIRE DE MAGISTER, Université EL-Harrach-Alger*.

- Munier, P. (1973), *Le Palmier-Dattier*, Maisonneuve & Larose.
- Org Kruse, J., Adams, M., Winkler, B., Ghirardo, A., Alfarraj, S., Urgen Kreuzwieser, J., Hedrich, R., *et al.* (2019), "Optimization of photosynthesis and stomatal conductance in the date palm *Phoenix dactylifera* during acclimation to heat and drought", *New Phytologist*, Vol. 223, pp. 1973–1988.
- Riedacker, A. (1993), "Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides", *Séminaire, Paris-Nancy, 20 Mars-6 Avril 1990*, p. 489.
- Saighi, S., Doumandji, S. and Belhamra, M. (2015), "Évaluation Numérique Des Populations De La Cochenille Blanche *Parlatoria blanchardi* Targ . 1868 Femelles Adultes Sur Les Folioles Du Palmier Dattier (*Phoenix Dactylifera* L .) Dans Les Palmeraies Des Ziban (Biskra , Numerical Evaluation of Populations of", *Courrier Du Savoir*, Vol. 1868, pp. 41–47.
- Sedra, M.H. (2003), *Le Palmier Dattier Base de La Mise En Valeur Des Oasis Au Maroc. Techniques Phoénicoles et Création d'oasis*.
- Shareef, H.J., Abdi, G. and Fahad, S. (2020), "Change in photosynthetic pigments of Date palm offshoots under abiotic stress factors", *Folia Oecologica*, Vol. 47 No. 1, pp. 45–51.
- TAHRI Kenza. (2018), "ÉTUDE DE L'ARCHITECTURE ET DE LA BIOMASSE Du SYSTEME RACINAIRE DE PALMIER DATTIER (*Phoenix dactylifera* L.) ADULTE", *MEMOIRE DE MAGISTER, Université de Biskra*.
- Tanaka, A. and Ryouichi, T. (2006), "Chlorophyll metabolism", *Current Opinion in Plant Biology*, Vol. 9 No. 3, pp. 248–255.
- Toutain, G. (1967), "Le palmier dattier culture et production", *Al Awamia*, p. 72.

Annexe1:

Palme externe (gars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **apicales** de la palme **externe** de la face **supérieur** :

Apicale Est B (%)	Apicale Est R (%)	Apicale Nord B (%)	Apicale Nord R (%)	Apicale Ouest B (%)	Apicale Ouest R(%)	Apicale Sud B(%)	Apicale Sud R(%)
35.77	28.20	29.95	24.95	75.00	72.57	29.40	27.75
65.27	55.47	37.25	31.25	61.30	57.13	69.45	65.30
74.53	63.03	52.30	44.45	41.80	35.20	83.80	74.80
71.23	59.13	70.65	60.80	34.17	24.37	71.60	57.10
70.40	58.07	70.80	59.20	41.40	27.77	76.25	59.60
71.13	58.80	69.40	56.15	42.60	26.87	75.20	58.60
72.63	59.93	70.75	56.20	41.50	25.70	70.95	56.00
74.77	61.60	69.55	53.85	40.27	25.10	71.80	58.80
75.50	62.13	68.60	52.25	39.93	25.30	75.00	63.65
76.33	62.27	69.30	52.20	38.47	24.20	76.80	66.15
77.03	62.73	69.30	52.00	37.10	23.20	77.55	66.35
77.73	63.63	67.40	50.60	36.67	23.00	77.30	65.05
78.23	64.60	67.20	51.10	35.87	22.33	78.45	65.70
77.53	64.17	67.50	51.45	35.23	21.70	80.00	66.85
76.83	64.33	66.70	50.60	34.70	21.43	81.00	67.60
77.93	65.83	67.90	51.70	33.87	20.77	81.45	68.00
78.40	66.20	69.30	52.75	33.47	20.43	80.10	66.95
79.10	66.50	69.80	53.00	33.03	20.00	79.25	66.70
79.50	66.97	68.80	51.90	32.70	19.63	80.30	67.90
79.87	67.70	68.50	51.80	32.70	19.80	81.10	68.70

Annexe2:

Palme externe (gars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **apicales** de la palme **externe** de la face **inférieur** :

Apicale Est B(%)	Apicale Est R(%)	Apicale Nord B(%)	Apicale Nord R(%)	Apicale Ouest B(%)	Apicale Ouest R(%)	Apicale Sud B(%)	Apicale Sud R(%)
34,57	27,67	67,65	54,60	69,50	67,57	41,55	38,00
49,90	40,73	67,45	52,45	52,70	49,27	63,40	58,30
66,37	55,83	66,60	49,85	38,63	32,77	71,50	64,15
72,60	61,33	68,35	50,20	37,20	28,97	72,15	63,20
74,47	62,63	69,75	50,40	38,50	28,37	74,45	64,90
75,63	63,43	70,80	50,65	38,80	27,30	75,75	65,70
76,13	64,50	70,60	49,50	38,33	26,33	75,05	64,75
77,63	66,83	71,35	49,15	36,87	24,83	75,45	65,05
78,13	67,90	71,55	48,65	36,20	24,83	74,95	64,60
78,33	68,00	71,35	48,05	36,00	25,47	72,85	62,60
78,07	67,27	71,15	47,55	35,20	24,97	72,15	62,15
77,87	66,77	71,25	47,45	34,70	24,93	71,25	61,55
77,57	66,27	70,65	46,75	35,07	25,60	71,05	61,80
77,10	65,43	71,10	47,10	34,97	25,53	70,40	60,70
76,63	64,73	70,70	46,85	34,40	24,63	69,05	58,55
75,13	63,20	70,40	46,85	34,30	24,27	70,60	59,45
74,63	62,87	70,05	46,90	34,70	24,57	71,65	60,30
74,20	62,57	70,15	47,60	34,50	24,33	74,35	62,95
72,20	61,03	70,05	47,90	34,57	24,13	77,25	65,80
73,30	62,40	71,00	49,05	34,13	23,70	77,45	65,70

Palme externe (gars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **médianes** de la palme **externe** de la face **supérieur** :

médianes Est B(%)	médianes Est R(%)	médianes Nord B(%)	médianes Nord R(%)	médianes Ouest B(%)	médianes Ouest R(%)	médianes Sud B(%)	médianes Sud R(%)
39,57	34,97	25,90	21,00	55,70	51,50	40,10	36,15
60,20	54,20	33,50	25,90	40,90	35,53	40,10	36,15
76,93	69,13	70,10	59,85	40,50	33,63	40,10	36,15
81,90	72,23	85,10	71,15	40,27	31,57	54,40	54,09
79,33	68,70	82,25	65,00	38,60	28,23	54,90	53,85
76,00	65,43	79,25	59,25	37,80	26,47	55,75	53,35
75,63	65,27	76,80	55,20	37,60	26,10	55,35	51,50
75,33	65,03	76,50	54,60	37,53	25,77	56,15	51,45
74,47	64,03	74,20	52,10	37,93	26,30	57,00	52,20
75,20	64,63	71,55	50,20	38,57	27,00	57,10	52,10
75,80	65,27	70,20	49,55	36,90	25,47	57,50	52,00
75,87	65,33	69,60	49,50	35,27	24,07	57,45	51,50
75,23	64,67	69,75	50,05	35,50	24,50	57,05	50,95
74,33	63,77	68,15	49,00	35,97	25,43	56,95	50,75
75,03	64,57	67,95	49,00	35,47	25,33	57,20	51,10
74,80	64,10	68,30	49,40	34,10	24,17	56,70	51,05
73,90	63,00	67,60	48,40	33,13	23,27	57,00	51,80
74,00	63,00	67,65	48,25	32,83	22,97	56,50	51,00
74,57	63,30	67,55	48,40	32,37	22,53	55,55	49,65
75,57	64,10	67,10	48,25	31,87	22,33	55,90	49,60

Annexe4:

Palme externe (gars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **médianes** de la palme **externe** de la face **inférieur** :

médianes Est B(%)	médianes Est R(%)	médianes Nord B(%)	médianes Nord R(%)	médianes Ouest B(%)	médianes Ouest R(%)	médianes Sud B(%)	médianes Sud R(%)
43,63	35,70	56,40	50,10	73,97	71,77	35,85	29,40
64,13	54,90	73,95	65,25	50,10	45,20	64,70	55,90
80,30	69,67	78,20	66,10	34,63	26,67	72,15	61,00
80,67	69,50	77,25	63,00	38,40	28,53	68,80	55,10
80,53	68,83	78,25	61,35	36,67	26,40	69,15	52,75
81,07	69,03	78,60	60,20	32,93	22,90	70,50	51,95
81,13	69,30	78,75	59,25	34,33	24,37	72,20	52,30
80,47	69,37	77,35	57,85	36,13	26,60	71,30	50,75
81,47	70,50	77,30	57,85	36,47	27,60	70,95	49,80
81,33	70,53	76,60	57,65	36,00	27,67	71,05	49,95
82,60	71,87	75,60	56,50	34,03	25,77	70,55	49,45
82,30	71,60	75,15	56,60	31,67	23,53	70,20	49,25
81,53	70,70	75,85	57,70	32,90	24,87	69,65	48,60
82,07	70,97	75,10	56,90	35,03	27,43	68,90	47,55
82,77	71,67	75,25	57,20	33,70	26,07	69,25	47,85
82,47	71,23	74,80	56,75	32,83	25,53	69,25	47,60
82,63	71,43	73,60	55,40	33,30	26,07	70,30	48,10
83,33	72,03	74,30	55,90	33,33	25,90	70,95	48,20
83,13	71,80	75,10	56,65	32,60	25,40	71,55	48,35
82,87	71,57	73,70	55,10	33,63	26,40	71,80	48,50

Annexe5:

Palme externe (gars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **basales** de la palme **externe** de la face **supérieur** :

basales Est B(%)	basales Est R(%)	basales Nord B(%)	basales Nord R(%)	basales Ouest B(%)	basales Ouest R(%)	basales Sud B(%)	basales Sud R(%)
48,10	51,90	62,90	51,30	78,40	76,87	55,50	50,50
69,43	68,87	79,30	63,55	58,70	54,93	78,35	69,05
76,53	71,30	75,90	55,95	42,20	34,87	76,10	62,40
75,43	68,23	75,15	51,55	39,37	29,73	71,15	53,70
75,97	67,77	75,05	48,95	37,43	26,70	70,05	50,85
76,40	67,87	73,85	46,60	36,27	25,83	70,15	50,40
76,83	68,60	73,20	46,05	36,23	26,50	68,60	49,65
77,33	69,67	71,15	44,65	36,73	27,40	65,95	48,10
76,37	69,43	70,35	44,60	37,00	27,90	65,95	48,30
74,97	67,90	69,15	43,75	35,67	26,93	66,45	48,85
74,30	66,37	67,95	43,00	36,27	27,70	66,45	48,35
75,60	67,37	66,85	42,15	37,60	29,23	66,40	47,95
78,03	69,90	68,20	43,85	35,03	26,73	66,75	47,75
78,03	69,80	68,55	44,50	33,97	25,63	67,70	48,65
76,93	68,43	66,05	42,65	37,37	28,80	67,20	48,45
77,83	69,00	66,30	43,45	40,57	31,93	66,40	48,55
78,30	69,17	66,00	43,50	40,73	31,70	67,60	50,75
77,33	67,93	65,75	43,55	41,47	31,80	70,20	54,50
77,10	67,37	66,10	44,40	41,47	31,40	71,30	56,55
76,33	66,83	66,45	45,15	40,53	30,23	73,90	59,20

Annexe6:

Palme externe (gars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **basales** de la palme **externe** de la face **inférieur** :

basales Est B(%)	basales Est R(%)	basales Nord B(%)	basales Nord R(%)	basales Ouest B(%)	basales Ouest R(%)	basales Sud B(%)	basales Sud R(%)
44,03	39,30	27,25	14,35	75,27	74,33	35,95	31,20
57,30	55,60	49,75	34,85	69,37	66,93	53,50	44,95
67,93	66,93	72,95	56,40	55,90	51,30	72,20	59,30
72,23	69,43	69,45	51,55	41,10	32,97	76,55	60,45
76,73	72,87	71,90	52,75	35,70	24,20	74,65	56,10
80,53	75,83	74,35	53,05	37,80	24,10	74,95	54,60
83,10	78,10	73,80	51,05	38,50	23,77	74,05	53,15
84,23	78,83	72,55	49,50	38,43	24,17	73,80	52,40
84,03	78,33	70,60	47,75	38,87	25,37	74,15	52,25
85,83	80,20	67,85	45,80	39,23	25,90	74,30	52,00
86,73	81,40	67,20	45,80	38,47	25,13	74,90	52,30
83,90	78,53	66,30	45,10	38,37	25,00	76,10	53,45
81,40	75,77	66,80	45,55	38,50	25,07	77,05	54,85
79,97	74,07	64,55	42,85	37,77	24,43	76,75	55,20
78,33	72,27	64,90	43,20	36,50	23,40	75,95	54,85
79,47	73,13	64,65	43,35	34,47	21,73	75,35	54,35
80,83	74,43	64,75	43,90	33,33	20,80	75,70	54,40
80,77	74,40	64,60	44,00	33,27	20,87	76,70	55,40
80,70	74,13	62,90	42,95	33,10	21,03	76,35	55,70
81,73	74,80	61,65	42,45	33,07	21,43	76,10	56,30

Annexe7:

Palme Médianes (gars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **apicales** de la palme **médianes** de la face **supérieur** :

apicales Est B(%)	apicales Est R(%)	apicales Nord B(%)	apicales Nord R(%)	apicales Ouest B(%)	apicales Ouest R(%)	apicales Sud B(%)	apicales Sud R(%)
44,13	47,23	46,55	41,75	72,17	71,07	26,20	20,25
61,80	60,30	66,00	58,05	46,97	43,93	56,10	46,85
68,80	63,87	75,60	62,90	36,57	31,53	80,75	67,30
69,90	62,90	70,85	53,90	39,50	32,40	72,55	55,45
70,23	61,97	72,70	54,05	39,60	30,63	71,05	52,25
70,10	61,17	74,50	55,80	38,30	28,03	75,20	55,35
70,50	62,07	72,85	54,25	38,73	28,07	77,55	57,55
70,03	62,47	75,10	57,20	38,13	29,17	78,10	58,25
70,27	62,53	77,75	60,15	37,27	29,73	79,00	59,70
70,63	62,83	77,85	60,40	38,43	30,93	79,50	60,90
72,33	64,50	76,95	60,00	39,63	32,03	79,85	62,00
72,60	64,90	75,60	58,90	39,27	31,53	79,65	62,00
72,47	64,90	76,10	59,35	39,30	31,60	79,85	61,70
73,57	65,83	76,90	59,80	38,83	30,97	80,00	61,65
74,47	66,47	75,25	58,55	38,53	30,57	80,75	63,05
74,47	65,93	73,85	57,00	38,37	30,23	80,95	63,40
75,00	65,80	74,75	57,65	38,30	30,07	80,65	62,95
76,00	65,60	74,65	57,60	37,93	29,57	81,30	62,60
76,63	65,63	73,15	56,75	37,57	29,17	79,70	60,40
72,43	61,40	73,25	57,20	38,07	29,57	76,50	56,90

Annexe 8:

Palme Médianes (ghars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **apicales** de la palme **médianes** de la face **inférieur** :

apicales Est B(%)	apicales Est R(%)	apicales Nord B(%)	apicales Nord R(%)	apicales Ouest B(%)	apicales Ouest R(%)	apicales Sud B(%)	apicales Sud R(%)
41,53	32,87	23,75	18,85	38,97	33,37	36,95	26,45
48,40	42,23	32,30	24,60	36,37	29,37	58,30	44,35
65,60	63,83	57,25	46,30	35,53	26,77	74,15	57,55
70,97	69,03	75,05	60,10	35,13	25,27	80,35	62,30
70,50	65,93	78,55	61,05	35,37	25,30	81,15	62,60
72,00	65,93	80,60	60,95	34,90	24,83	79,55	60,70
72,43	66,17	81,80	61,75	34,07	23,87	80,40	61,30
71,83	65,97	81,65	62,75	33,83	23,63	81,35	62,45
71,77	66,10	79,80	62,20	33,83	23,97	80,90	62,15
71,77	65,83	79,65	62,80	32,80	23,10	81,40	62,85
72,30	65,93	79,05	62,70	32,70	22,80	80,55	62,45
73,03	65,77	80,75	64,80	32,77	22,77	80,55	62,85
73,30	65,40	80,30	64,15	32,97	23,10	80,80	63,15
75,40	67,03	80,90	64,50	33,63	24,00	80,95	63,40
75,90	67,67	81,95	66,05	34,00	24,60	80,70	63,10
74,20	66,13	81,75	66,25	34,20	24,60	80,25	62,80
75,27	67,47	83,50	68,65	34,13	24,03	81,45	64,05
76,87	68,83	83,95	69,15	34,77	23,70	81,40	64,05
77,07	68,13	83,85	68,85	36,10	23,93	81,30	64,25
77,83	68,83	84,10	68,50	36,80	24,10	81,55	65,05

Annexe 9 :

Palme Médianes (ghars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **médianes** de la palme **médianes** de la face **supérieur**

médianes Est B(%)	médianes Est R(%)	médianes Nord B(%)	médianes Nord R(%)	médianes Ouest B(%)	médianes Ouest R(%)	médianes Sud B(%)	médianes Sud R(%)
34,40	25,30	62,75	58,60	62,30	56,90	41,40	30,60
49,83	40,13	66,90	61,60	37,43	30,03	68,20	60,65
60,97	50,87	69,25	62,60	35,27	25,87	76,20	70,15
72,30	62,67	71,90	64,40	37,93	27,07	65,40	58,30
72,80	64,13	73,25	64,55	40,87	28,67	67,00	58,75
71,40	63,27	74,85	65,35	44,33	31,73	68,30	59,70
71,00	63,13	74,25	64,45	44,10	31,03	69,85	61,10
71,73	63,87	72,80	63,50	40,93	27,53	71,80	62,75
72,47	64,47	71,60	62,50	39,70	26,80	73,75	64,50
72,40	64,40	71,10	62,20	38,37	26,37	73,30	63,85
70,93	62,87	70,55	62,15	38,90	27,00	74,75	65,30
69,90	62,07	70,15	62,20	37,43	25,67	73,75	64,85
69,70	62,20	70,30	62,15	36,50	25,03	73,30	64,60
69,33	61,77	70,35	62,30	39,03	27,80	73,45	65,30
69,43	61,77	70,40	62,25	40,10	28,90	73,45	65,60
69,57	61,83	70,55	62,45	40,37	29,17	75,30	67,55
68,80	61,00	70,80	62,65	38,17	26,97	74,30	66,65
69,70	61,83	70,95	62,80	36,73	25,50	74,40	66,75
69,83	61,97	71,15	63,00	36,70	25,70	73,75	66,15
69,90	62,07	70,85	62,70	37,77	26,87	74,40	66,45

Annexe 10 :

Palme Médiannes (gars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **médiannes** de la palme **médiannes** de la face **inférieur** :

médiannes Est B(%)	médiannes Est R(%)	médiannes Nord B(%)	médiannes Nord R(%)	médiannes Ouest B(%)	médiannes Ouest R(%)	médiannes Sud B(%)	médiannes Sud R(%)
41,43	36,43	58,80	46,80	61,63	59,60	43,60	40,35
63,20	57,63	72,75	60,65	54,20	51,07	64,45	59,30
74,23	67,83	77,55	65,45	34,87	29,63	70,80	64,10
72,93	65,57	78,90	66,80	36,97	27,50	69,45	61,25
71,90	63,87	80,45	68,70	39,90	27,80	70,10	61,25
71,23	63,47	78,95	68,35	36,37	23,80	71,35	62,40
72,17	64,20	77,65	67,85	34,17	22,00	70,00	61,20
72,33	64,67	78,55	68,90	35,60	24,10	66,60	58,40
72,30	64,67	79,05	69,35	30,50	19,43	65,25	57,60
72,20	64,97	79,75	69,95	33,70	22,43	68,25	60,40
72,67	65,67	79,80	70,10	38,37	26,97	70,00	62,15
73,37	66,37	78,10	68,35	40,17	28,67	67,90	60,25
73,43	66,33	78,55	68,85	39,37	27,70	66,00	58,30
72,53	65,53	79,30	69,55	30,87	19,23	67,85	60,05
71,70	64,53	79,60	69,85	38,07	26,43	71,25	63,30
71,80	64,50	79,20	69,55	36,97	25,40	71,85	63,90
72,07	64,43	79,55	69,85	36,33	25,17	70,80	62,90
71,50	63,80	79,95	70,25	37,40	26,97	69,30	61,70
70,63	62,93	78,80	69,25	38,93	29,20	67,85	60,35
70,67	63,07	78,65	69,05	37,83	28,20	67,60	60,15

Annexe11:

Palme Médianes (ghars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **basales** de la palme **médianes** de la face **supérieur** :

Basales Est B(%)	Basales Est R(%)	basales Nord B(%)	basales Nord R(%)	basales Ouest B(%)	basales Ouest R(%)	Basales Sud B(%)	basales Sud R(%)
43,90	40,73	29,70	24,60	58,37	52,97	46,05	40,00
69,10	63,97	48,90	41,95	47,97	39,33	67,00	58,75
69,37	62,23	65,35	56,40	45,10	32,94	77,25	67,05
66,70	57,73	72,60	61,65	40,17	26,71	74,50	62,55
67,63	57,57	78,05	65,45	38,87	25,58	69,95	56,65
68,97	58,73	77,70	63,80	37,80	24,68	70,65	57,30
66,07	56,07	77,75	62,75	36,23	24,10	74,05	61,15
63,60	54,50	76,20	61,20	35,60	23,99	76,90	64,35
64,70	56,63	77,85	63,35	36,70	24,99	76,55	64,55
66,17	58,30	79,60	66,15	38,00	26,25	74,80	63,85
66,97	58,83	78,45	66,05	36,80	24,84	74,85	64,85
68,73	60,77	77,95	66,00	34,90	23,14	75,25	66,15
68,57	60,83	78,75	66,70	34,43	22,73	74,65	66,25
67,43	59,87	78,95	66,80	34,33	22,59	75,10	67,35
65,53	57,90	79,55	67,05	36,13	24,49	77,45	69,70
66,73	58,97	80,90	68,25	36,27	24,78	76,50	68,55
70,00	62,30	80,50	68,50	35,37	23,78	74,60	66,20
69,73	62,17	79,45	68,00	35,73	23,67	73,95	64,85
69,87	62,53	79,30	68,45	37,13	24,73	70,95	61,20
70,40	63,27	78,85	68,45	36,27	23,56	70,95	60,85

Annexe 12 :

Palme Médianes (ghars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **basales** de la palme **médianes** de la face **inférieur** :

Basales Est B(%)	Basales Est R(%)	basales Nord B(%)	basales Nord R(%)	basales Ouest B(%)	basales Ouest R(%)	Basales Sud B(%)	basales Sud R(%)
46,87	41,30	25,40	20,45	63,97	59,50	41,55	35,55
61,93	54,97	35,45	28,30	53,67	46,33	64,50	55,60
70,00	61,37	58,70	48,85	41,83	31,57	68,95	57,55
71,77	61,43	75,20	62,40	37,40	24,60	69,50	55,85
73,77	62,50	72,30	57,90	35,47	21,47	71,65	56,90
73,43	62,03	72,95	57,90	33,30	19,33	73,25	58,25
73,63	61,73	78,50	62,80	32,97	19,33	77,40	63,05
74,10	61,87	82,95	67,90	34,13	20,47	77,55	64,35
76,53	64,17	85,20	70,70	34,47	20,67	75,10	63,05
77,57	64,90	86,20	71,75	34,57	20,83	69,55	58,70
78,87	65,97	84,70	70,20	34,03	20,33	66,50	56,30
76,83	64,03	83,55	69,60	35,07	21,33	67,75	57,15
76,00	63,80	82,50	69,00	35,43	21,67	73,20	62,00
77,23	65,20	82,30	68,00	34,80	20,90	76,20	64,50
76,53	65,30	83,40	68,10	35,63	21,30	76,90	64,60
73,83	63,57	83,45	67,75	37,27	22,37	77,90	65,65
68,43	59,80	81,05	64,70	38,97	23,37	77,35	65,85
65,70	54,77	78,65	61,00	39,43	22,93	74,50	63,40
65,65	51,67	79,55	61,65	39,83	22,43	72,90	61,75
75,15	68,65	81,95	65,40	38,60	21,53	69,50	58,20

Annexe 13:

Palme Internes (ghars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **apicales** de la palme **internes** de la face **supérieur** :

apicales Est B(%)	apicales Est R(%)	apicales Nord B(%)	apicales Nord R(%)	apicales Ouest B(%)	apicales Ouest R(%)	apicales Sud B(%)	apicales Sud R(%)
29,17	23,77	33,40	28,40	57,80	52,17	50,05	48,85
49,57	43,30	67,20	59,30	39,27	30,70	67,00	63,40
66,90	59,43	77,70	66,80	39,20	26,10	75,25	68,70
65,17	56,63	67,50	53,20	48,00	31,83	76,15	67,00
58,53	49,10	62,60	50,00	50,73	34,83	73,05	62,15
54,90	44,20	61,80	41,30	52,77	38,97	70,30	58,70
54,17	42,57	60,50	37,90	53,30	41,10	68,80	57,45
53,77	41,87	60,00	36,00	54,30	42,93	66,65	56,25
52,80	40,63	59,40	35,10	54,77	43,53	64,05	54,30
51,53	39,10	58,10	34,20	55,17	43,80	65,75	55,80
52,03	39,27	57,10	34,00	55,77	44,10	65,50	55,10
50,80	38,23	55,40	33,60	55,93	44,33	67,45	57,05
49,83	37,43	54,10	32,50	55,57	44,23	68,15	57,55
48,40	36,80	52,50	31,30	53,10	42,03	67,45	56,55
47,70	36,50	51,00	30,50	50,47	39,50	69,30	58,30
46,70	35,30	50,40	47,55	50,10	39,27	69,65	58,15
47,57	36,30	50,40	32,00	51,50	40,80	69,35	57,65
49,70	38,30	49,90	33,30	52,77	42,00	69,95	58,00
48,07	36,67	49,90	34,90	53,30	42,70	70,35	58,55
47,93	36,47	51,20	37,50	53,27	42,60	68,85	57,65

Annexe 14 :

Palme Internes (ghars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **apicales** de la palme **internes** de la face **inférieur** :

apicales Est B(%)	apicales Est R(%)	apicales Nord B(%)	apicales Nord R(%)	apicales Ouest B(%)	apicales Ouest R(%)	apicales Sud B(%)	apicales Sud R(%)
34,77	29,40	30,10	25,10	60,03	57,73	30,65	28,55
51,10	41,67	40,60	34,40	46,83	40,67	47,70	43,60
61,47	47,90	50,60	40,70	45,67	35,00	62,95	56,75
64,07	47,97	59,10	45,60	48,90	35,73	67,75	60,00
61,90	44,70	62,40	45,40	52,33	37,23	70,05	61,35
60,93	43,30	62,90	42,90	54,77	37,63	71,85	62,85
61,57	44,17	62,00	39,10	56,10	37,00	73,10	64,05
60,73	43,63	61,90	48,70	57,70	37,13	72,25	63,40
59,07	42,37	61,40	36,20	58,70	36,77	70,45	61,55
59,10	42,23	61,00	35,30	58,93	36,27	70,10	61,00
59,63	42,67	70,75	35,00	58,70	35,80	70,90	61,15
58,93	41,80	60,50	33,80	58,77	36,07	73,10	62,90
59,40	42,27	69,25	32,80	58,47	36,13	73,10	62,65
59,50	42,70	58,90	32,40	58,53	36,87	73,30	62,30
57,23	41,00	58,30	47,60	58,80	38,00	74,75	63,15
57,80	42,47	57,80	32,30	58,20	38,37	76,05	64,20
58,40	44,07	56,60	31,60	57,23	38,00	75,20	63,25
57,60	43,87	55,90	46,25	55,07	36,17	74,60	62,60
58,33	45,07	55,40	31,50	50,97	32,37	75,55	63,40
60,27	47,27	55,80	32,10	49,27	31,23	75,05	62,50

Annexe 15 :

Palme Internes (gars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **médianes** de la palme **internes** de la face **supérieur**

médianes Est B(%)	médianes Est R(%)	médianes Nord B(%)	médianes Nord R(%)	médianes Ouest B(%)	médianes Ouest R(%)	médianes Sud B(%)	médianes Sud R(%)
41,40	38,53	40,30	31,50	54,00	52,37	52,75	43,20
64,23	60,33	59,75	49,45	29,57	26,17	76,45	64,15
68,23	63,33	69,40	56,05	33,17	26,20	78,05	63,25
60,40	55,27	71,30	54,95	40,40	31,10	78,15	61,15
59,03	53,07	70,45	51,55	45,33	33,97	78,40	59,90
57,97	51,20	71,85	50,75	49,67	36,13	77,35	57,70
56,33	48,77	70,90	48,65	54,30	38,57	75,75	55,15
55,27	46,77	72,15	49,60	57,57	40,07	77,95	56,45
53,80	44,47	73,55	50,90	58,73	40,43	77,55	55,65
52,73	42,70	73,00	50,30	59,87	41,07	75,80	53,50
51,80	41,57	74,00	51,40	60,23	41,97	75,20	53,10
52,03	41,40	74,45	51,85	60,43	43,07	75,55	53,95
52,23	41,23	74,60	51,80	60,53	43,70	74,45	53,05
52,33	40,67	76,25	53,35	61,37	44,83	73,70	52,30
52,43	40,13	76,00	53,00	61,47	45,23	73,80	52,45
53,43	40,83	74,80	51,85	61,60	45,40	73,95	52,55
52,50	40,83	75,70	52,65	61,70	45,63	74,35	53,05
52,83	41,30	77,65	54,65	60,80	45,07	73,80	53,10
53,47	41,53	76,55	53,60	60,77	45,40	73,40	52,90
53,23	41,20	77,10	54,25	60,93	45,23	74,45	54,55

Annexe 16 :

Palme Internes (ghars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **médianes** de la palme **internes** de la face **inférieur** :

médianes Est B(%)	médianes Est R(%)	médianes Nord B(%)	médianes Nord R(%)	médianes Ouest B(%)	médianes Ouest R(%)	médianes Sud B(%)	médianes Sud R(%)
49,60	39,53	31,65	23,35	65,80	57,73	46,80	42,50
62,70	49,67	39,60	28,50	48,70	37,20	68,90	62,95
69,97	53,60	51,05	36,30	44,87	30,57	75,30	66,95
68,33	49,07	65,75	48,20	49,87	32,50	73,25	63,00
66,33	45,47	72,40	52,60	54,50	33,83	71,95	59,40
64,87	42,97	74,00	52,00	57,00	33,77	70,45	56,15
64,00	41,27	74,80	50,65	59,20	34,20	69,90	54,05
63,17	40,07	75,40	50,35	60,37	33,93	69,75	52,75
62,23	38,60	75,95	50,55	61,10	34,40	69,20	51,85
61,93	37,83	75,85	50,60	61,77	35,10	69,65	52,10
61,90	37,13	74,75	49,50	61,90	35,10	70,80	53,25
61,97	36,47	74,35	49,20	62,07	34,83	70,10	52,55
62,33	36,37	76,05	51,05	61,83	34,40	70,05	52,55
62,23	36,07	76,25	50,90	61,83	34,33	70,55	53,20
61,67	35,30	74,35	48,95	62,27	34,80	70,55	53,25
61,23	34,90	74,90	49,75	62,63	35,07	69,85	52,65
61,10	34,63	75,80	50,80	62,10	34,43	70,00	52,90
61,20	34,90	75,25	50,55	62,23	34,40	69,20	52,05
61,40	34,97	75,00	50,50	62,77	34,97	68,95	51,85
61,03	34,87	75,40	51,05	62,83	34,83	69,10	52,10

Annexe17:

Palme Internes (gars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **basales** de la palme **internes** de la face **supérieur** :

Basales Est B(%)	Basales Est R(%)	basales Nord B(%)	Basales Nord R(%)	basales Ouest B(%)	basales Ouest R(%)	Basales Sud B(%)	Basales Sud R(%)
32,70	26,30	36,25	30,35	69,13	60,77	39,40	33,65
52,40	42,70	72,05	64,05	48,20	35,13	58,75	50,00
67,87	53,70	87,70	76,80	39,20	22,57	67,00	54,55
66,60	48,53	86,30	72,00	42,10	22,67	69,65	52,75
64,40	44,57	71,95	52,10	51,07	28,33	69,20	49,55
65,10	44,53	71,10	44,70	57,83	32,03	69,00	48,35
65,73	44,80	74,55	44,70	60,93	32,93	69,60	48,40
65,27	44,17	78,35	48,70	61,97	33,13	69,65	47,75
64,13	43,40	77,20	47,85	62,83	33,63	69,75	47,10
63,13	42,53	73,50	44,15	63,63	34,17	69,15	46,20
63,73	42,73	73,00	43,45	64,03	34,67	68,40	45,25
64,07	43,10	74,35	43,95	64,37	34,80	68,65	45,40
63,50	43,53	74,00	43,80	64,93	35,50	70,45	47,30
62,70	43,53	71,90	42,15	65,27	36,20	71,00	47,65
62,20	43,53	70,65	41,25	63,63	35,10	67,10	43,55
62,07	43,37	70,15	40,60	61,97	33,57	64,85	41,05
62,20	43,30	71,65	42,80	61,17	32,57	65,05	40,90
62,50	43,43	76,15	48,60	60,90	31,97	65,65	41,10
61,87	43,10	79,65	53,50	61,27	32,50	65,15	41,15
61,97	43,27	80,45	55,45	61,10	32,43	66,35	43,90

Annexe 18 :

Palme Internes (ghars):

Résultats absorption des rayons lumineux chez les folioles **basales** de la palme **internes** de la face **inférieur** :

Basales Est B(%)	Basales Est R(%)	basales Nord B(%)	Basales Nord R(%)	basales Ouest B(%)	basales Ouest R(%)	Basales Sud B(%)	Basales Sud R(%)
31,43	28,93	43,50	34,75	78,43	72,63	49,35	40,95
42,53	37,13	63,30	50,60	62,33	52,80	68,45	55,55
57,40	48,33	76,55	59,90	42,33	28,53	71,75	54,95
63,77	50,87	78,65	58,55	45,23	27,00	73,80	53,75
64,50	48,43	80,00	56,65	53,20	30,97	74,95	53,20
64,00	46,00	81,45	55,95	56,13	30,97	75,00	53,15
63,23	43,57	81,70	54,95	57,43	30,47	72,45	51,15
63,30	42,97	80,50	52,95	59,33	31,67	70,95	49,95
64,30	43,30	80,00	51,55	60,40	32,00	73,15	52,15
63,93	42,23	80,35	52,05	61,13	32,20	72,90	51,30
62,67	40,43	79,75	51,85	62,43	33,23	70,65	48,00
61,80	39,27	77,80	49,85	62,73	33,23	69,90	46,50
61,57	38,80	76,45	48,20	63,50	33,87	70,45	46,65
61,83	39,17	76,05	47,65	63,70	33,80	70,00	46,15
61,47	39,13	75,80	47,35	62,90	33,00	70,15	46,35
60,27	38,57	75,40	46,75	62,27	32,40	69,90	46,35
59,83	38,47	75,20	46,55	61,83	32,20	71,10	47,70
60,67	39,60	75,50	46,90	62,97	33,63	71,85	48,65
60,43	39,87	76,25	47,90	64,70	35,27	71,55	48,45
59,83	39,53	77,70	49,70	64,73	35,63	71,05	48,00

Résumé

Cette étude porte sur l'évaluation numérique de la teneur en chlorophylle chez deux cultivars de palmiers dattiers (Deglet Nour et Ghars) cultivés dans la région de Biskra en Algérie. L'objectif principal était de quantifier la teneur en chlorophylle afin d'identifier les variations et les facteurs influençant la production de chlorophylle et, par conséquent, la productivité des palmiers.

La méthodologie combinait une approche de simulation numérique via le logiciel MESURIM_PRO_08 et une analyse de la littérature scientifique. Des mesures détaillées ont été effectuées sur un échantillonnage exhaustif de 144 folioles des deux cultivars, en tenant compte de la position (apicale, médiane ou basale), de l'orientation (est, ouest, nord, sud), de la face (supérieure et inférieure) et de la position sur la palme (externe, médiane et interne).

Les résultats montrent systématiquement une absorption plus élevée des rayons bleus par rapport aux rayons rouges, en raison des propriétés des pigments chlorophylliens. Cependant, des variations notables sont observées selon les différents facteurs étudiés. Pour Deglet Nour, les folioles apicales externes orientées vers l'est et l'ouest présentent souvent des taux d'absorption maximaux dans leur zone centrale. Pour Ghars, les folioles orientées vers l'est montrent une augmentation continue de l'absorption, reflétant une adaptation optimisée aux conditions lumineuses matinales.

Mots clés : Palmier dattier, teneur de chlorophylle, rayons lumineux, folioles, Biskra.

Abstract

This study concerns the numerical evaluation of chlorophyll content in two date palm cultivars (Deglet Nour and Ghars) grown in the Biskra region of Algeria. The main objective was to quantify chlorophyll content in order to identify variations and factors influencing chlorophyll production and, consequently, palm productivity.

The methodology combined a numerical simulation approach using MESURIM_PRO_08 software and an analysis of the scientific literature. Detailed measurements were carried out on an exhaustive sampling of 144 leaflets from cultivars, taking into account position (apical, medial or basal), orientation (east, west, north, south), face (upper and lower) and position on the palm (outer, medial and inner).

The results systematically show a higher absorption of blue rays than red rays, due to the properties of chlorophyll pigments. However, significant variations were observed according to the different factors studied. For Deglet Nour, the outer apical leaflets facing east and west often show maximum absorption rates in their central zone. For Ghars, east-facing leaflets show a continuous increase in absorption, reflecting optimized adaptation to morning light conditions.

Keywords: Date palm, chlorophyll content, light rays, leaves, Biskra.

ملخص

تتناول هذه الدراسة التقييم الرقمي لمحتوى الكلوروفيل لدى نوعين من أشجار النخيل (دقلة نور وغرس) المزروعة في منطقة بسكرة في الجزائر. كان الهدف الرئيسي هو قياس محتوى الكلوروفيل لتحديد التغيرات والعوامل المؤثرة في إنتاج الكلوروفيل وبالتالي إنتاجية أشجار النخيل. جمع منهج البحث بين استخدام نهج المحاكاة الرقمية عبر برنامج MESURIM_PRO_08 وتحليل الأدبيات العلمية. أجريت قياسات مفصلة على عينة شاملة من 144 فلولية من كلا النوعين، مع مراعاة الموقع (القمية، وسطى أو سفلية)، الاتجاه (شرق، غرب، شمال، جنوب)، الوجه (علوي وسفلي) والموقع على السعفة (خارجي، وسط وداخلي). أظهرت النتائج بشكل منتظم امتصاصاً أعلى للأشعة الزرقاء مقارنة بالأشعة الحمراء، بسبب خصائص الأصباغ الكلوروفيلية. ومع ذلك، لوحظت تباينات ملحوظة بناءً على العوامل المختلفة المدروسة. بالنسبة لدقلة نور، غالباً ما تظهر الفلوليات الخارجية الموجهة نحو الشرق والغرب معدلات امتصاص قصوى في منطقتها المركزية. بالنسبة لغرس، تظهر الفلوليات الموجهة نحو الشرق زيادة مستمرة في الامتصاص، مما يعكس تكيفاً محسناً مع ظروف الإضاءة الصباحية.

الكلمات المفتاحية: نخيل التمر، محتوى الكلوروفيل، أصباغ الأوراق، الأشعة، فلوليات، بسكرة.