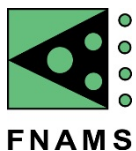


ETUDE SUR LES PROBLEMES DE RENDEMENT ET DE FACULTE GERMINATIVE SUR CAROTTE PORTE-GRAINE

Rapport technique 2012-2013



INTRODUCTION

La France est l'un des tout premiers producteurs de semences de carotte au monde. Longtemps réputée pour ses performances tant qualitatives que quantitatives, la production française de semences de carottes connaît aujourd'hui de graves difficultés, avec des « accidents » de germination et de perte de rendement de plus en plus fréquents, et de plus en plus graves. Alors que les autres bassins de production au niveau mondial semblent relativement épargnés par ces phénomènes (USA, Australie...), le risque est grand de voir disparaître de France un grand nombre de surfaces dans les prochaines années.

Face à ce constat, la Section Semences Potagères et Florales du GNIS a missionné un groupe de travail composé de représentants d'établissements semenciers (UFS) et d'agriculteurs multiplicateurs (FNAMS). Ce groupe de travail a confié à la FNAMS une étude qui a été menée de juin 2012 à juin 2013 avec pour objectifs **d'identifier les causes des défauts de germination et de rendement en production de semences de carotte porte-graine, et les moyens d'y remédier**. Cette étude a été financée par la Section Potagères et Florales du GNIS. Elle fait l'objet du présent rapport, qui reprend successivement les 6 actions menées :

ACTION 1 : ANALYSE A POSTERIORI DE LA VARIABILITE DE RENDEMENT ET DE FACULTE GERMINATIVE

ACTION 2 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

ACTION 3 : RECHERCHE DES SPECIALISTES POUR LES DIFFERENTS AXES

ACTION 4 : ENQUETES EN CULTURE (récoltes 2012 et 2013)

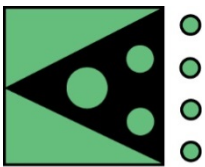
ACTION 5 : PROPOSITION D'UN PROTOCOLE DE TRAITEMENT INSECTICIDE ADAPTE POUR LA LUTTE CONTRE LES PUNAISES

ACTION 6 : ELABORATION DE PROTOCOLES POUR DES ESSAIS RECOLTES EN 2013

Le présent document rapporte les résultats de ces 6 actions conduites dans le cadre du programme 2012-13. Les actions sont présentées de manière indépendante les unes des autres avec un sommaire et une pagination propre à chaque action.



ACTION 1 :
**ANALYSE A POSTERIORI DE LA VARIABILITE DE
RENDEMENT ET DE FACULTE GERMINATIVE**



FNAMS



ACTION 1 : ANALYSE A POSTERIORI DE LA VARIABILITE DE RENDEMENT ET DE FACULTE GERMINATIVE

1. PRINCIPES ET CONDITIONS DE DEROULEMENT DE L'ETUDE

Cette action, conduite entre juillet 2012 et mars 2013, visait à analyser la variabilité de rendement et de faculté germinative de parcelles porte-graine, à partir d'une compilation de données fournies par les Ets.

Il était demandé de fournir si possible des résultats sur les 10 dernières années. Pour chaque parcelle, on demandait le résultat de rendement (exprimé en kg/ha ou en % du rendement maxi de la variété, le choix étant laissé à l'initiative de l'Ets), le résultat de faculté germinative après triage (avec et/ou sans traitement de semences) et si possible le % de plantules anormales et de semences non germées. L'année, le département et le code postal de production étaient également requis. Enfin, il était demandé de préciser si la parcelle était de variété hybride ou lignée, produite en plein champ ou sous abri, et en bio ou en conventionnel.

Dans un souci de confidentialité, le nom des Ets et le nom des variétés ont été codés par Agristem avant transmission des données à la FNAMS.

Présentation du jeu de données recueilli

Treize établissements semenciers ont fourni des données, permettant de constituer une base de données comprenant au total 3450 parcelles, toutes produites en conventionnel (aucune donnée de parcelle bio), entre 1996 et 2011.

Seules 41 parcelles sont conduites en tunnel. Ces 41 parcelles se répartissent à peu près équitablement entre les années entre 2005 et 2011, et le type variétal n'est pas connu pour 16 d'entre elles. Ces éléments rendent très aléatoire toute analyse de variabilité des résultats de ces parcelles, ou de tentative de comparaison avec les résultats des cultures de plein champ.

La répartition hybrides/ populations est de près de 2000 parcelles populations pour environ 1500 parcelles hybrides. Ces parcelles sont représentées par une grande diversité de types variétaux et un grand nombre de variétés (**tableau 1**). Ce nombre de variétés est vraisemblablement surestimé car chaque Ets a adopté son propre mode de codage des variétés ; une même variété est dans doute présente sous différents codes.

Tableau 1 : Nombre de parcelles par type variétal

type variétal	hybrides		populations		ensemble	
	nb de variétés*	nb de parcelles	nb de variétés*	nb de parcelles	nb de variétés*	nb de parcelles
Amsterdam	12	42	14	49	26	91
Berlicum	6	12	17	122	23	134
Chantenay	10	19	29	204	39	223
Chantenay Royal			2	76	2	76
Colmar / Flakkee	7	15	32	257	39	272
Fourragère			2	23	2	23
Imperator	9	11	1	1	10	12
Kuroda	36	116	39	274	75	390
Nantaise	169	1252	106	731	275	1983
Touchon			3	90	3	90
Parisienne	1	7	4	16	5	23
Autres ou non communiqué	21	28	40	105	61	133
Total	271	1502	289	1948	560	3450

* : certaines variétés sont sans doute comptées plusieurs, car codées différemment par les Ets

Le type nantaise domine nettement, avec 57% des parcelles.

Les années de récolte s'échelonnent de 1996 à 2011, mais le nombre de données par an est limité avant l'année 2004 (**tableau 2**).

Tableau 2 : nombre de parcelles par année de récolte

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	total
Hyb	19	31	44	42	36	28	47	65	76	173	139	151	152	161	166	172	1502
pop		36	58	49	36		60	43	133	207	270	218	185	171	207	234	1907
total	19	67	102	91	72	28	107	108	209	380	409	369	337	332	373	406	3409

Les parcelles sont issues principalement de 5 zones de production (**tableau 3**) :

- Le Centre (52% des parcelles), qui peut lui-même se subdiviser en secteurs nord Loire (« Beauce ») et sud Loire (« Berry »),
- Le secteur Gers / Lot et Garonne (25% des parcelles)
- Le Tarn / Lauragais (17% des parcelles),
- Et l'ouest (6 % des parcelles)

Tableau 3 : Répartition des parcelles par zones de production

Région (principaux départements)	hybrides	Populations	Total
Centre (28, 41, 45, 18, 36)	703	1084	1787
Gers - Lot-et-Garonne (32, 47)	534	332	866
Tarn - Lauragais (11, 81)	233	338	571
Ouest (49)	32	168	200
Autres ou non communiqué		26	26
Total	1502	1948	3450

Cette répartition des parcelles entre secteurs est relativement stable entre 2005 et 2011 (années où le nombre de parcelles est le plus important).

2. ANALYSE DE LA VARIABILITE DU RENDEMENT

2.1. Rendement moyen et hétérogénéité de rendement

Compte-tenu des deux modes d'expression du rendement, il convient de scinder le jeu de données en 2 parties : 69% des parcelles ont un rendement exprimé en kg/ ha, pour 31% exprimé en % du rdt max (**tableau 4**). Il convient également d'analyser séparément les parcelles hybrides des parcelles populations.

Tableau 4 : Répartition du nombre de parcelles en fonction du mode d'expression du rendement (parcelles de plein champ)

	hybrides		populations		total	
	nb parcelles	% parcelles	nb parcelles	% parcelles	nb parcelles	% parcelles
rendement en kg/ha	641	19	1700	50	2341	69
rendement en % du rdt max	861	25	207	6	1068	31
total	1502	44	1907	56	3409	100

Le **tableau 5** donne les moyennes, mini, maxi et CV (coefficient de variation) obtenus pour les parcelles hybrides et populations, pour chacun des deux modes d'expression du rendement, pour l'ensemble des types variétaux. Le **tableau 6** présente les mêmes données pour les parcelles de type nantaise uniquement. Les résultats des 2 tableaux sont proches.

Tableau 5 : Moyenne, mini, maxi et CV du rendement en hybrides et population, pour les 2 modes d'expression de rendement (parcelles de plein champ) – ensemble des types variétaux

	Hybrides	Populations	Total
Nombre de parcelle exprimées en Kg/ha	641	1700	2341
Moyenne	310	667	570
mini	0	0	0
maxi	1737	2646	2646
CV (%)	91	58	70
Nombre de parcelles exprimées en % rdt max	1502	1907	3409
Moyenne	42	43	42
mini	0	0	0
maxi	101	100	101
CV (%)	64	68	65

Tableau 6 : Moyenne, mini, maxi et CV du rendement en hybrides et population, pour les 2 modes d'expression de rendement (parcelles de plein champ) – variétés type Nantaise

	Hybrides	Populations	Total
Nombre de parcelle exprimées en Kg/ha	444	667	1111
Moyenne	337	674	540
mini	0	0	0
maxi	1737	1965	1965
CV (%)	88	55	70
Nombre de parcelles exprimées en % rdt max	1252	722	1974
Moyenne	42	52	42
mini	0	0	0
maxi	100	100	100
CV (%)	63	54	63

Les **figures 1 et 2** montrent la fréquence de parcelles par classe de rendement, pour les productions hybrides et populations. Elles font apparaître la très forte hétérogénéité du rendement, quel que soit le mode de production. On note un taux particulièrement élevé de parcelles hybrides à faible rendement en kg/ha (27% des parcelles ont un rendement compris entre 0 et 100 kg/ha). Ce phénomène n'apparaît pas pour les parcelles dont le rendement est exprimé en % du rdt max.

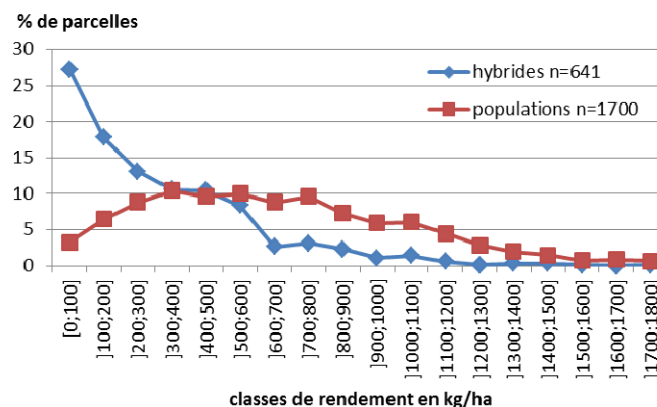


Figure 1 : fréquence de parcelles par classe de rendement (exprimé en kg/ ha) – ensemble des variétés

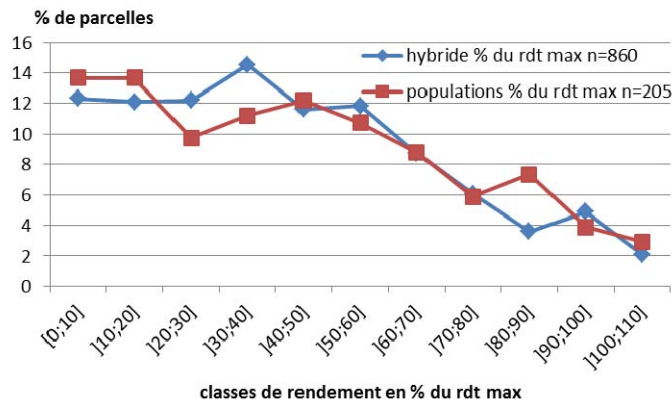


Figure 2 : fréquence de parcelles par classe de rendement (exprimé en % du rdt max) – ensemble des variétés

2.2. Variabilité interannuelle

2.2.1. Parcelles de variétés populations

La **figure 3** donne le rendement moyen par année, pour les parcelles dont le rendement est exprimé en kg/ ha. Ce rendement moyen apparaît extrêmement variable d'une année à l'autre, avec un maximum constaté en 1998 (1025 kg/ha), pour un minimum de 367 kg/ha en 2007. La tendance est tout à fait similaire selon que l'on considère l'ensemble des parcelles ou seulement le type nantaise (40% des parcelles).

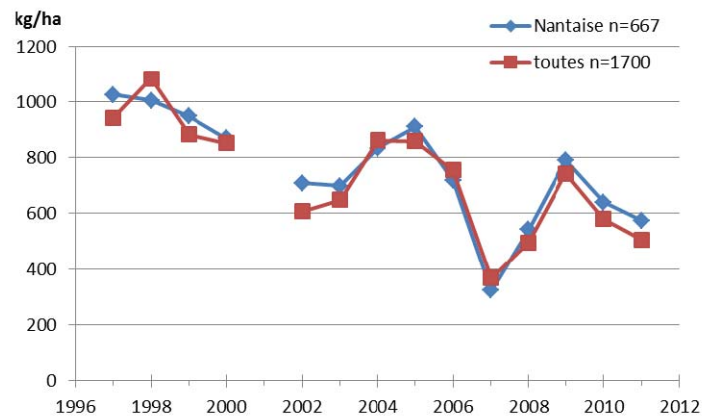


Figure 3 : Rendement moyen annuel pour l'ensemble des parcelles et pour le type nantaise (parcelles populations dont le rendement est donné en kg/ha)

La **figure 4** illustre la forte variabilité intra-annuelle pour ces mêmes données.

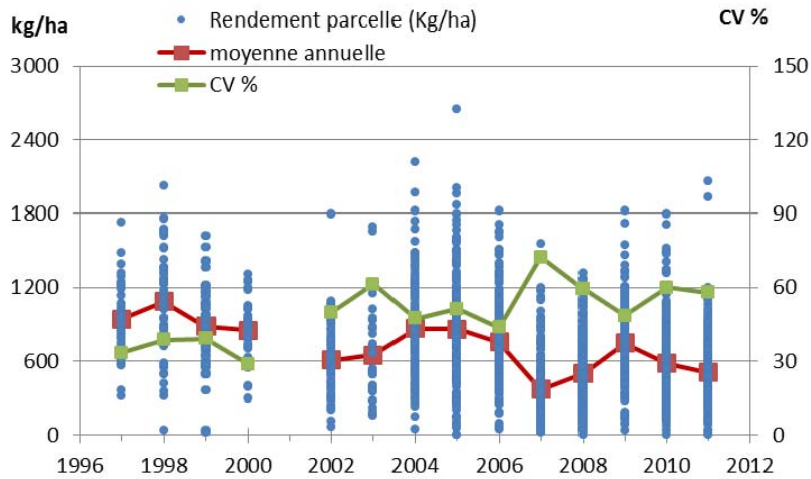


Figure 4 : Rendement pour l'ensemble des parcelles populations (tous types variétaux), moyenne et coefficient de variation pour chaque année de récolte (parcelles dont le rendement est donné en kg/ha)

L'effectif de parcelles populations pour lesquelles le rendement est donné en % du rdt max est trop faible pour appréhender la variabilité interannuelle.

2.2.2. Parcelles de variétés hybrides

La **figure 5** donne les rendements moyens (kg/ha) pour les parcelles hybrides, toutes variétés confondues, ou pour le type nantaise. La variabilité interannuelle apparaît là encore élevée (ratio de 1 à 5 entre la moins bonne et la meilleure année), encore plus forte que celle constatée en parcelles de populations (ratio de 1 à 2.5).

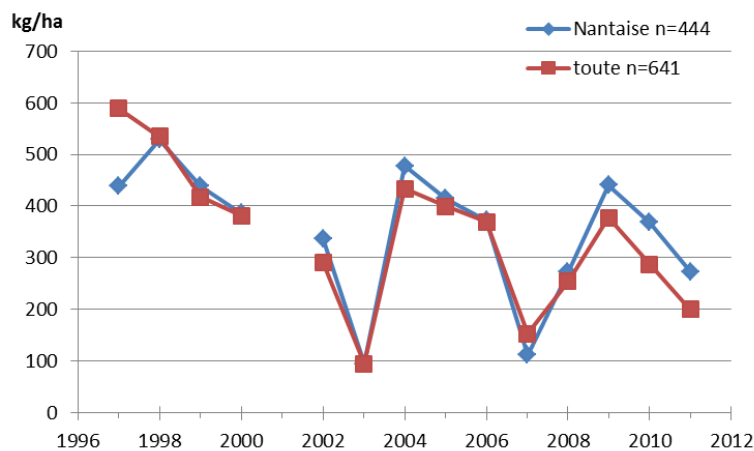


Figure 5 : Rendement moyen annuel pour l'ensemble des parcelles et pour le type nantaise (parcelles hybrides dont le rendement est donné en kg/ha)

Pour les parcelles dont le rendement est donné en % du rdt max (figure 6), la variabilité est tout aussi élevée.

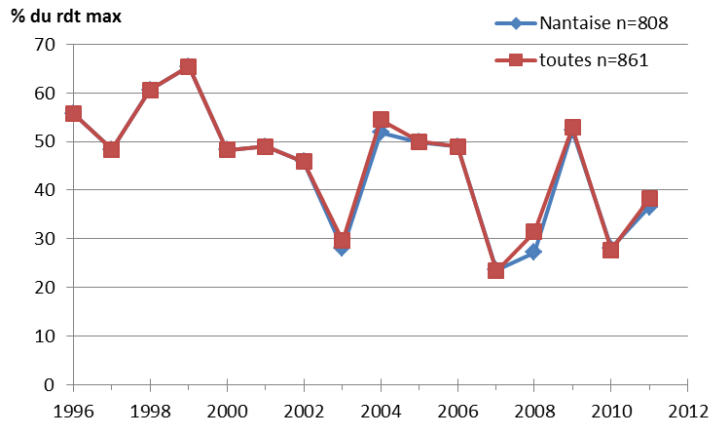


Figure 6 : Rendement moyen annuel pour l'ensemble des parcelles et pour le type nantaise (parcelles hybrides dont le rendement est donné en % du rdt max)

Il apparaît également que la variabilité intra-annuelle apparaît encore plus élevée en parcelles hybrides qu'en parcelles de populations, comme le montre la figure 7 en comparaison avec la figure 4. Le coefficient de variation intra-annuel moyen est de 49% en parcelles populations, contre 76% en parcelles hybrides.

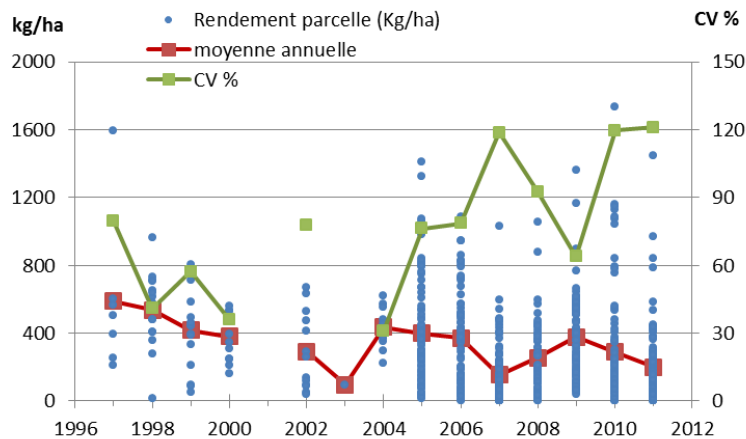


Figure 7 : Rendement pour l'ensemble des parcelles hybrides (tous types variétaux), moyenne et coefficient de variation pour chaque année de récolte (parcelles dont le rendement est donné en kg/ha)

2.3. Variabilité entre zones de production

Les tableaux 6, 7 et 8 présentent les rendements moyens obtenus par zone de production, pour l'ensemble des parcelles, et pour le type nantaise. On peut constater des différences entre les rendements obtenus dans ces zones de production. Il convient toutefois d'être très prudent face à ces résultats car d'une part le nombre de parcelles est parfois limité, et d'autre part les coefficients de variation constatés sont ici encore très élevés.

On remarque toutefois que la variabilité constatée entre zones de production est bien inférieure à celle constatée en années de production.

Tableau 6 : Parcelles populations - rendement moyen par zone de production (kg/ha) – effectifs de parcelles et coefficients de variation (données 2005 à 2011)

	Beauce	Berry	Gers lot et garonne	Ouest	SE	Tarn- lauragais	total
tous types variétaux							
nb de parcelles	421	245	206	76	22	339	1309
rendement moyen kg/ha	713	619	558	446	373	580	615
CV %	56	59	72	73	61	54	61
type nantaise							
nb de parcelles	194	120	76	23	6	98	517
rendement moyen kg/ha	719	651	551	392	391	538	626
CV %	52	55	65	68	75	50	57

Tableau 7 : Parcelles hybrides - rendement moyen par zone de production (kg/ha) – effectifs de parcelles et coefficients de variation (données 2005 à 2011)

	Beauce	Berry	Gers lot et garonne	Ouest	Tarn- lauragais	Total
Tous types variétaux						
nb de parcelles	225	22	84	17	219	567
rendement moyen kg/ha	360	209	330	453	211	295
CV %	92	82	96	51	87	95
Type nantaise						
nb de parcelles	200	18	73	16	104	411
rendement moyen kg/ha	368	191	355	470	247	331
CV %	93	96	91	48	79	91

Tableau 8 : parcelles hybrides – rendement moyen par zone de production (% du rdt max) – effectifs de parcelles et coefficients de variation (données 1996 à 2011)

	Beauce	Berry	Gers lot et garonne	Ouest	Tarn- lauragais	Total
Tous types variétaux						
nb de parcelles	378	4	450	15	14	861
rendement moyen % de rdt max	43	32	43	25	29	42
CV %	63	73	64	107	94	64
Type nantaise						
nb de parcelles	350	4	426	14	14	808
rendement moyen % de rdt max	43	32	42	20	29	42
CV %	63	73	61	91	94	63

Principales conclusions sur l'analyse de la variabilité du rendement

- Une très forte hétérogénéité du rendement
- Hétérogénéité encore plus marquée pour les productions hybrides
- Un effet année nettement dominant par rapport à l'effet zone de production. Le rendement moyen pour un même type variétal peut varier de 1 à 5 d'une année à l'autre.

3. ANALYSE DE LA VARIABILITE DE LA FACULTE GERMINATIVE

Le test de faculté germinative a été réalisé soit sur semences non traitées (2548 parcelles), soit sur semences traitées (1054 parcelles). Sur certaines parcelles, on dispose des données avec les 2 tests avec et sans TS (601 parcelles).

Les données moyennes de FG sont présentées dans les **tableaux 9 et 10**. La FG moyenne sans TS est de 80,5%. Elle est de 4 points supérieure en parcelles populations (82,1%) par rapport aux parcelles hybrides (78,2%). Ces moyennes cachent de grandes disparités (CV de 15% pour l'ensemble des parcelles), qui semblent plus marquées encore en parcelles hybrides (18,8%) par rapport aux parcelles populations (11,1%). Le TS (iprodione dans la très grande majorité des cas) apporte un gain de FG de l'ordre de 6% (tableau 10).

Tableau 9 : moyenne de FG obtenues sur l'ensemble des parcelles

	Hybrides			populations			total		
	effectif	moyenne %	CV %	effectif	moyenne %	CV %	effectif	moyenne %	CV %
FG non traité	1072	78,2	18,8	1476	82,1	11,1	2548	80,5	15,0
FG traité	799	85	11,3	265	82,4	10,0	1064	84,4	11,0
écart FG traité - FG non traité	6,8			0,3			3,9		

Tableau 10 : moyenne de FG obtenue sur les parcelles ayant fait l'objet d'une FG sans TS et avec TS

	Hybrides			populations			total		
	effectif	moyenne %	CV %	effectif	moyenne %	CV %	effectif	moyenne %	CV %
FG non traité	522	78,1	20,1	79	74,3	12,7	601	77,6	19,9
FG traité	522	83,7	12,7	79	80,6	9,6	601	83,3	12,4
écart FG traité - FG non traité	5,6			6,3			5,7		

Sur l'ensemble des parcelles, le % de parcelles dont la FG sur semences non traitées est < 80% est de 34%, soit 40% en parcelles hybrides et 30% en parcelles populations (**tableau 11**).

Tableau 11 : % de parcelles dont la FG est < 80% et de parcelles dont la FG est < 85%

	Hyb			Pop			total		
	semences non traitées n=1071	semences traitées n=799	ecart NT -T	semences non traitées n=1474	semences traitées n=265	ecart NT -T	semences non traitées n=2545	semences traitées n=864	ecart NT -T
<85	58	37	21	52	54	-2	55	41	14
<80	40	21	19	30	28	2	34	23	11

Tableau 12 : % de parcelles dont la FG est < 80% et de parcelles dont la FG est < 85%. (parcelles ayant fait l'objet d'un test de FG sans TS et avec TS)

	Hyb (n=522)			Pop (n=79)			total (n=601)		
	semences non traitées n=522	semences traitées n=522	ecart NT -T	semences non traitées n=79	semences traitées n=79	ecart NT -T	semences non traitées n=601	semences traitées n=601	ecart NT -T
<85	56	37	19	84	54	30	59	41	18
<80	40	26	14	70	39	31	44	27	17

En parcelles hybrides, le TS permet de « rattraper » environ 15% des lots (**tableau 12**). En populations, il est plus délicat de conclure : assez peu de parcelles (seulement 79) ont fait l'objet des 2 tests de FG (avec et sans TS), et ces parcelles présentent une FG particulièrement faible. Il est probable que le test avec TS ait été appliqué surtout sur des lots de faible FG, et il est par conséquent risqué d'apprécier l'impact moyen que pourrait avoir l'application d'un TS pour l'ensemble des parcelles à partir de ce jeu de données.

La **figure 8** montre la relation entre la FG sans TS et la FG avec TS pour les 601 parcelles pour lesquelles on dispose des résultats des 2 tests. On constate que le TS permet de relever significativement la FG de certains lots qui présentent manifestement des problèmes d'ordre pathologique. Mais l'application d'un TS apparaît sans effet sur d'autres lots, qui semblent donc affectés par des problèmes autres que la présence de maladies.

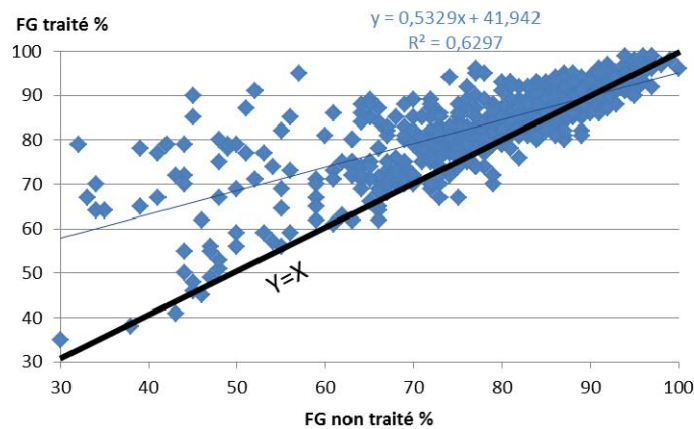


Figure 8 : relation entre la FG sur semences non traitées et la FG sur semences traitées (601 parcelles)

Par ailleurs, il apparaît sur la **figure 9** que les défauts de FG sont liés quasi-exclusivement à des semences non germées (par opposition aux défauts de type plantules anormales). Ce résultat se retrouve aussi bien sur semences non traitées que sur semences non traitées, en parcelles hybrides et populations (**tableau 13**).

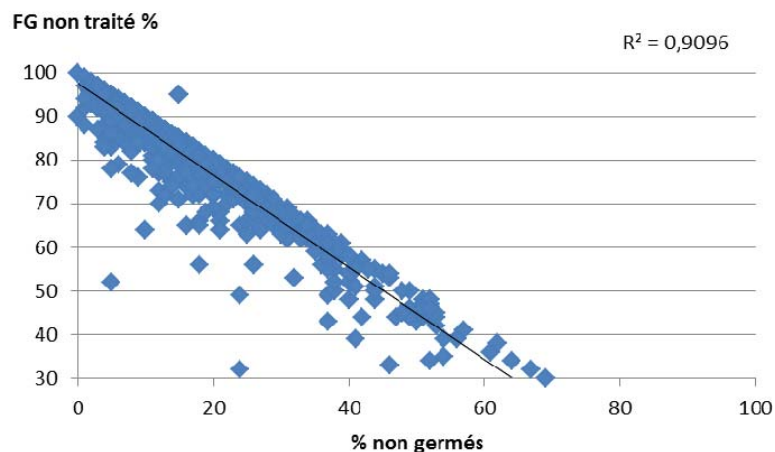


Figure 9 : relation entre FG (semences non traitées) et % de semences non germées. Ensemble des parcelles.

Tableau 13 : Coefficients de détermination (R^2) obtenus entre le % de FG et le % de semences non germées.

FG non traité			FG traité		
hyb	pop	toutes	hyb	pop	toutes
0,92	0,81	0,91	0,92	0,88	0,91

Le **tableau 14** récapitule les FG moyennes et effectifs par type variétal. Il convient de rester prudent en matière de conclusions car les effectifs de parcelles par type variétal sont souvent limités. Cinq types variétaux sont présents dans plus de 100 parcelles. Parmi ces 5 types variétaux, 2 groupes semblent se distinguer en parcelles populations : un groupe Nantaise/ Chantenay qui présente une FG en moyenne inférieure de 4 à 5 points par rapport à l'autre groupe constitué de Berlicum/ Colmar/ Kuroda. En revanche, les résultats sont très proches d'un type variétal à l'autre en productions d'hybrides.

Tableau 14 : Effectif de parcelles et FG moyenne par type variétal et par type de production (hybride ou population)

	FG sans TS						FG avec TS					
	Hyb		Pop		toutes		Hyb		Pop		toutes	
	n	moy	n	moy	n	moy	n	moy	n	moy	n	moy
Amsterdam	31	75,0	38	83,8	69	79,9	29	79,3	8	85,3	37	80,6
Autre	3	92,0	20	83,4	23	84,5						
Berlicum	11	78,8	105	84,5	116	84,0	3	85,3	12	84,4	15	84,6
Chantenay	16	77,9	116	79,7	132	79,4	3	88,0	74	81,9	77	82,1
Chantenay Royal	0	-	62	77,5	62	77,5			1	85,0	1	85,0
Colmar / Flakkee	10	77,6	197	83,6	207	83,3	4	88,0	48	83,1	52	83,4
Fourragère	0	-	21	84,3	21	84,3						
Imperator	8	84,0	1	94,0	9	85,1	7	82,3			7	82,3
Kuroda	115	81,4	258	84,0	373	83,2	3	85,0	5	75,4	8	79,0
Nantaise	877	77,8	579	81,0	1456	79,1	747	85,3	96	82,4	843	84,9
NC	0	-	2	87,5	2	87,5						
Parisienne	0	-	9	83,0	9	83,0	3	83,3	4	72,0	7	76,9
Touchon	0	-	66	82,3	66	82,3			17	85,5	17	85,5
toutes	1071	78,2	1474	82,1	2545	80,5	799	85,0	265	82,5	1064	84,4

3.1. Variabilité interannuelle de la FG

3.1.1. Parcelles hybrides

La **figure 10** présente les données de FG sans TS, par année, toutes variétés confondues. Elle montre en particulier que la moyenne peut varier de 10 points d'une année à l'autre, et que le taux de parcelles dont la FG est < 80% varie de 25 à 60 %. La figure 11 montre qu'après application d'un TS la variabilité inter-annuelle reste élevée (de l'ordre de 10%).

L'application du TS permet également de réduire le taux de parcelles dont la FG est < 80%. Mais ce taux reste très élevé certaines années (plus de 40%), et très variable (10 à 40% selon les années).

La **figure 12**, qui reprend ces paramètres uniquement sur les parcelles ayant fait l'objet des 2 tests de FG avec et sans TS confirme ces résultats.

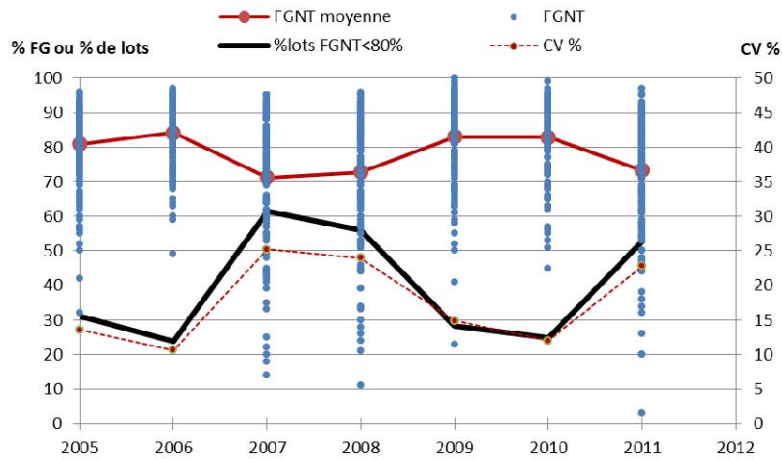


Figure 10 : Données de FG (sans TS) sur parcelles hybrides, par année de récolte. Moyennes, CV et % de parcelles dont la FG est < 80%. Nombre de parcelles par an > 120.

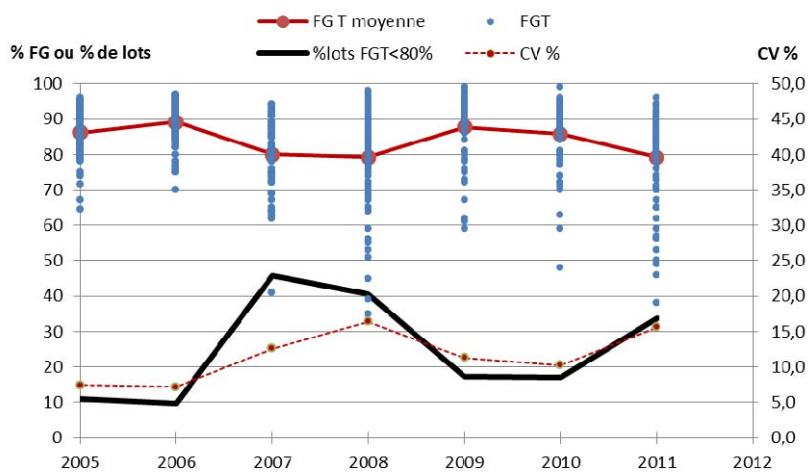


Figure 11 : Données de FG (avec TS) sur parcelles hybrides, par année de récolte. Moyennes, CV et % de parcelles dont la FG est < 80%. Nombre de parcelles par an > 60.

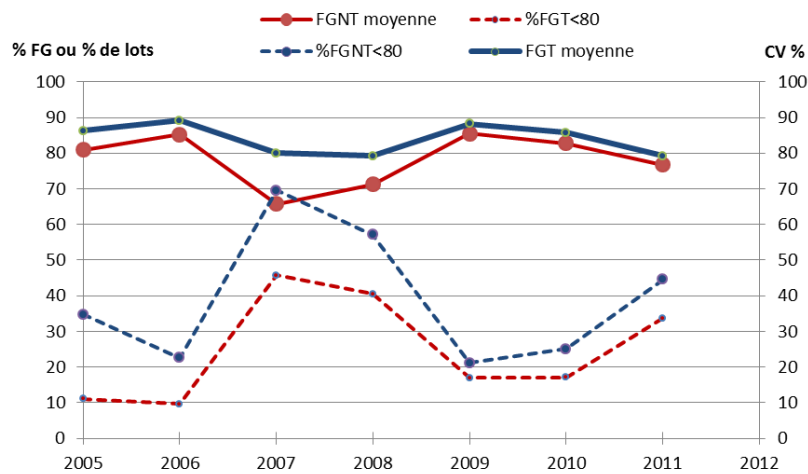


Figure 12 : FG moyenne avec ou sans TS sur parcelles hybrides, et % de lots avec FG < 80%. Ensemble des parcelles ayant fait l'objet des 2 tests. Nombre de parcelles / an > 60.

3.1.2. Parcelles populations

En cultures de variétés populations, la variabilité interannuelle de faculté germinative apparaît tout aussi marquée qu'en type hybride (**figure 13**), avec un taux de parcelles de FG <80% qui varie de 10 à plus de 50%.

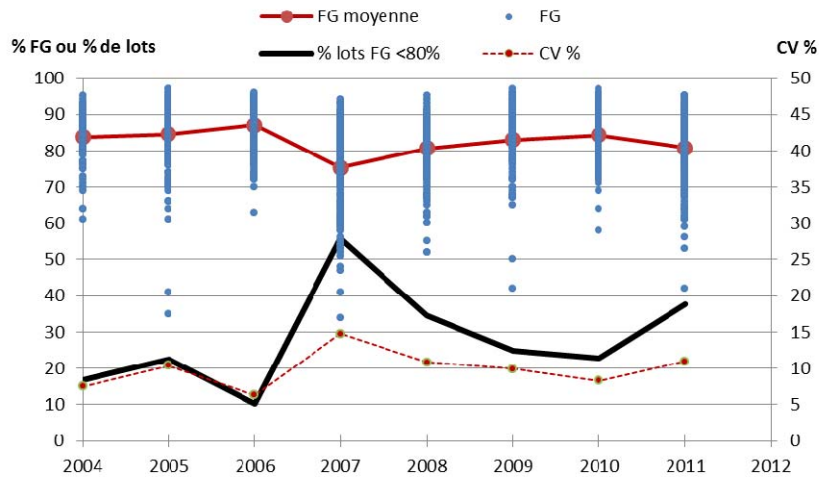


Figure 13 : Données de FG (sans TS) sur parcelles populations, par année de récolte. Moyennes, CV et % % de parcelles dont la FG est < 80%. Nombre de parcelles par an > 100.

3.2. Variabilité entre zones de production

Les résultats des **tableaux 15** (ensemble des types variétaux) et **16** (type nantaise) donnent les effectifs de parcelles et moyennes de FG obtenues par région, pour les variétés hybrides ou populations.

Un test de comparaison de moyennes (test de Student) montre des différences significatives entre zones de production. Il apparaît ainsi que, globalement, les productions en zone sud (Tarn/ Lauragais et Gers/ Lot-et-Garonne) présentent une FG supérieure aux productions de la zone nord (Beauce, Berry et Ouest).

Quoiqu'il en soit, les écarts constatés entre zones de production apparaissent moins marqués que les écarts entre années de production.

Tableau 15 : Effectif de parcelles, FG moyenne et CV par zone de production. Ensemble des variétés.

	FG sans TS									FG avec TS								
	Hyb			Pop			toutes			Hyb			Pop			toutes		
	n	moy	cv%	n	moy	cv%	n	moy	cv%	n	moy	cv%	n	moy	cv%	n	moy	cv%
Beauce	444	73,4	22	556	80,7	12	1000	77,4	17	363	82,7	14	114	80,0	11	477	82,1	14
Berry	25	68,9	26	275	79,9	12	300	79,0	14	5	82,8	7	21	77,9	11	26	78,9	10
Gers lot et garonne	358	82,1	16	210	83,5	11	568	82,6	14	406	87,1	8	110	85,7	8	516	86,8	8
Ouest	19	75,6	18	105	81,3	11	124	80,4	13	14	85,5	6	18	83,8	8	32	84,5	7
SE				22	81,1	10	22	81,1	10									
Tarn-lauragais	225	82,9	13	303	86,3	8	528	84,8	11	11	83,9	10	1	83,0		12	83,8	10
nc				3	77,7	3	3	77,7	3				1	77,0		1	77,0	
Total général	1071	78,2	19	1474	82,1	11	2545	80,5	15	799	85,0	11	265	82,5	10	1064	84,4	11

Tableau 16 : Effectif de parcelles, FG moyenne et CV par zone de production. Variétés type Nantaise

	FG sans TS									FG avec TS								
	Hyb			Pop			toutes			Hyb			Pop			toutes		
	n	moy	cv%	n	moy	cv%	n	moy	cv%	n	moy	cv%	n	moy	cv%	n	moy	cv%
Beauce	389	73,2	22	257	79,7	12	646	75,8	19	328	83,1	14	53	79,6	11	381	82,6	13
Berry	21	67,1	29	132	79,0	12	153	77,4	16	5	82,8	7	3	81,0	5	8	82,1	6
Gers lot et garonne	338	81,9	17	76	82,9	11	414	82,1	16	390	87,2	8	32	86,3	6	422	87,1	8
Ouest	18	76,6	17	35	82,5	9	53	80,5	12	13	85,1	6	7	87,1	6	20	85,8	6
SE				6	78,2	16	6	78,2	16									
Tarn-lauragais	111	84,1	14	71	87,1	9	182	85,2	12	11	83,9	10				11	83,9	10
nb				2	78,0	4	2	78,0	4				1	77,0		1	77,0	
Total général	877	77,8	20	579	81,0	12	1456	79,1	17	747	85,3	11	96	82,4	10	843	84,9	11

Tableau 17 : Comparaison des FG moyennes entre zones de production (seules sont prises en compte les situations présentant plus de 100 parcelles). Deux valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas différentes – lire verticalement (test de Student, seuil de 1%).

	FG sans TS populations	FG sans TS hybrides	FG avec TS hybrides	FG avec TS populations
Beauce	81 c	73 b	83 b	82 b
Berry	80 c			
Gers lot et garonne	83 b	82 a	87 a	87 a
Ouest	81 bc			
Tarn-lauragais	86 a	83 a		

Principales conclusions sur l'analyse de la variabilité de la FG

- Un premier constat dominant : une très forte variabilité de FG
- Les FG sur productions hybrides sont en retrait de 3 à 4 % par rapport aux résultats sur parcelles de populations.
- L'application d'un traitement de semences permet de gagner quelques points de FG (de l'ordre de 5 à 6 % en moyenne).
- Les défauts de germination sont très majoritairement liés à des semences non germées (peu de plantules anormales)
- Le % de lots dont la FG est < 80% est de l'ordre de 40% en parcelles hybrides, et de 30% en parcelles populations.
- L'application du traitement de semences permet de ramener ce chiffre à 20% dans le cas des parcelles hybrides (plus difficile de conclure en parcelles populations).
- Des écarts de 2 à 3 % peuvent être constatés entre type variétaux.
- De même, on observe des différences significatives entre zones de production.
- Mais le facteur « année de production » apparaît comme le facteur de variation nettement dominant (écarts de l'ordre de 10% de FG entre années de production).

4. QUELLE RELATION ENTRE LE RENDEMENT ET LA FACULTE GERMINATIVE ?

Globalement, il n'apparaît pas de relation directe entre les résultats de rendement et de faculté germinative (figures 14 et 15). Le coefficient de détermination obtenu entre les 2 variables est faible (par exemple $R^2 = 0,1$ pour les données de FG (sans TS), rendement en kg/ha, parcelles populations).

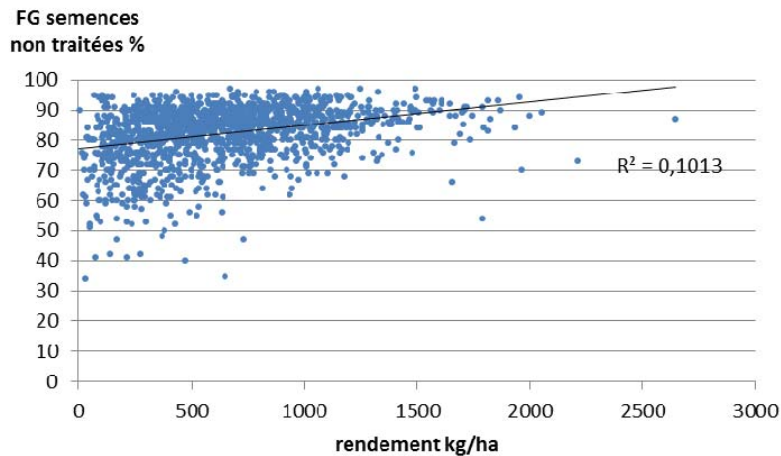


Figure 14 : Relation entre rendement et faculté germinative (parcelles populations type nantaise)

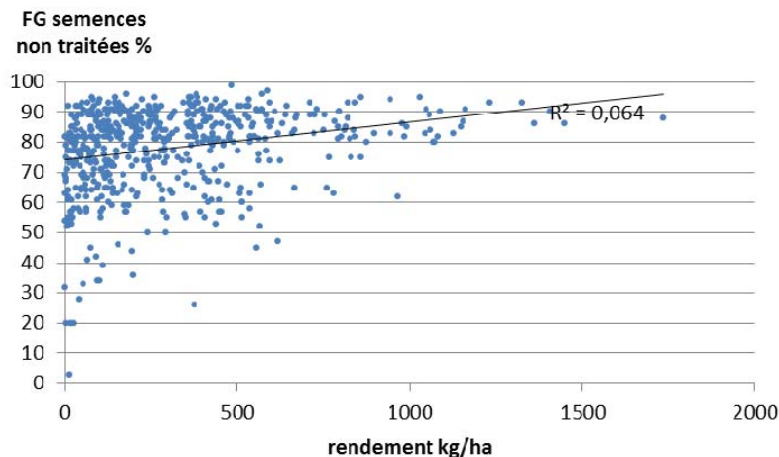


Figure 15 : Relation entre rendement et faculté germinative (parcelles hybrides type nantaise)

Toutefois, l'absence de relation directe entre rendement et FG ne signifie pas que les deux variables sont totalement indépendantes.

On constate en effet que les valeurs de FG ne sont pas réparties de manière aléatoire vis-à-vis des valeurs de rendement. Ainsi (i) les hauts rendements sont rarement associés à de faibles FG ; (ii) plus le rendement est faible, plus la variabilité de FG est importante (avec un rendement faible, on peut obtenir une FG élevée, mais on a aussi plus de chances d'obtenir une FG faible).

On peut en déduire que les situations les plus favorables au rendement sont favorables à la faculté germinative.

A l'inverse, les situations (ou facteurs) favorables à la FG ne suffisent pas pour obtenir un rendement élevé.

5. DISCUSSION

Au regard du jeu de données à disposition, la tendance à la baisse supposée du rendement et de la FG de ces dernières années ne s'est pas vérifiée. Néanmoins, il est à noter qu'il existe une grande hétérogénéité du rendement et de la FG, quel que soit le mode de production (hybride / population).

Le jeu de donnée composé a priori d'un nombre de parcelles conséquents (3450 parcelles pour rappel) ne permet pas de faire une analyse à l'échelle du département ou du type variétal du fait d'un effectif limité quand l'on souhaite travailler à ces échelles.

L'effet « année de production » apparaît comme le facteur de variation prédominant :

- Pour le rendement, il existe en parcelles hybrides un ratio de 1 à 5 entre la moins bonne et la meilleure année et il est de 1 à 2.5 en parcelles populations.
- Pour la faculté germinative, l'écart entre année de production est de l'ordre de 10%

L'effet « bassin de production » est moindre par comparaison à l'effet « année de production ». Il est difficile de conclure sur la variabilité du rendement entre bassins de production compte-tenu des coefficients de variation élevés et des effectifs parfois faibles. Concernant la faculté germinative, les productions en zone sud (Tarn/ Lauragais et Gers/ Lot-et-Garonne) présentent une FG supérieure aux productions de la zone nord (Beauce, Berry et Ouest).

Le pourcentage de lots dont la FG est < 80% est de l'ordre de 40% en parcelles hybrides, et de 30% en parcelles populations. L'application du traitement de semences permet de ramener ce chiffre à 20% dans le cas des parcelles hybrides (plus difficile de conclure en parcelles populations).

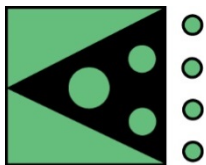
Par ailleurs, les FG sur productions hybrides sont en retrait de 3 à 4 % par rapport aux résultats sur parcelles de populations.

La relation entre le rendement et la FG n'est pas établie néanmoins le jeu de données laissent apparaître que les situations les plus favorables au rendement sont favorables à la faculté germinative. A l'inverse, les situations (ou facteurs) favorables à la FG ne suffisent pas pour obtenir un rendement élevé.

Une première approche succincte mettant en relation le jeu de données avec les variables climatiques avait montré une tendance positive entre la température moyenne du mois de juillet et la faculté germinative. Il aurait été intéressant de poursuivre cette analyse afin de mieux comprendre l'effet des facteurs « année de production » et « bassins de production » sur le rendement et la faculté germinative.



ACTION 2 :
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE



FNAMS



Ont participé à l'élaboration de ce document :

Bouc Emmanuel
Coussy Benjamin
Dallier Aurore
Dousset Jean-Marie
Gautier Stéphanie

Bejo
Fnams
Vilmorin
Suba France
Bejo

Guerry Benoit
Guioc Jean-Baptiste
Kolopp Juliette
Lybeert Hubert
Ravenel Coraline

Bejo
Frasem
Vilmorin
Clause
Fnams



Cette action, consacrée à l'étude bibliographique sur les défauts de rendement et de germination sur carotte porte-graine a été menée dans le cadre d'un groupe de travail collaboratif coordonné par la FNAMS et rassemblant des personnes des Ets BEJO, CLAUSE, FRASEM, SUBA France et VILMORIN.

Le groupe a dans un premier temps défini l'éventail de thématiques à étudier, puis chaque structure s'est vu confier une ou plusieurs thématiques.

Le travail a ensuite consisté à rechercher les publications scientifiques en lien avec le thème étudié, à établir une fiche de lecture synthétique pour les articles paraissant les plus pertinents, et à rédiger une synthèse des informations recueillies pour chaque thématique.

Plus de 800 articles ont été recensés, et près de 300 fiches de lectures ont été rédigées. Une base de données des articles recensés a été créée et alimentée via une plateforme collaborative Google Drive, où ont également été déposées les fiches de lecture réalisées. Ces informations sont en cours de transfert sur le site internet du GNIS afin de les rendre accessibles à l'ensemble des structures concernées.

Dans le présent rapport figurent :

- La liste des articles ayant fait l'objet d'une fiche de lecture, classés par thématique
- Les fiches de lecture
- La synthèse rédigée pour chaque thématique

DÉVELOPPEMENT VÉGÉTATIF

2000 - J. B. Reid, J. M. English - Potential Yield in Carrots (<i>Daucus carota</i> L.): Theory, Test, and an Application.....	13
---	----

FLORAISON

? – D. Aedy, F. Hunter - Does colour of the central floret in Queen Anne's Lace umbels affect the types of pollinators attracted to them?.....	14
1931 – H.A. Borthwick, M. Phillips, W.W. Robbins - Floral development in <i>Daucus carota</i> .	15
1942 – E.-S. Sakr, H.C. Thompson - Effect of temperature and photoperiod on seedstalk development in carrots.....	16
1947 - J.E. Welch, E.L. Grimball - Male sterility in the carrot.....	17
1958 - P. Braak, Y. O. Kho - Some observations on the floral biology of the carrot (<i>Daucus carota</i> L.).....	18
1967 - L. Quagliotti - Effects of different temperatures on stalk development, flowering habit, and sex expression in the carrot <i>Daucus carota</i> L.	19
1972 – D. Globerson - The effects of gibberellic acid on flowering and seed production in carrots	21
1979 - L.K. Hiller, W.C. Kelly - The effect of post-vernalization temperature on seedstalk elongation and flowering in carrots.....	22
1981 - M. L. Chadha, L. Frese - Observations on a Petaloidy Type of Male Sterility in Carrots (<i>Daucus carota</i> L.).....	24
1982 - E. H. Erickson, M.B. Garment, C. E. Peterson - Structure of Cytoplasmic Male-sterile and Fertile Carrot Flowers.....	25
1984 – J.G. Atherton, E.A. Basher, J.L. Brewster - The effects of photoperiod on flowering in carrot.....	27
1985 - D. Gray, J.R.A. Steckel - Variation in flowering as a factor influencing variability in seedling size in the subsequent carrot (<i>Daucus carota</i> L.) crop	28
1985 - L.K. Hiller, W.C. Kelly - <i>Daucus carota</i>	30
1990 - S.B. Andersen, I. Christiansen, B. Farestveit - In Vitro Production of Haploids and Field Trials	31
1990 – J. Caignon, J.G. Atherton, E.A. Basher - Flowering and bolting in carrot. I. Juvenility, cardinal temperatures and thermal times for vernalization	32
1990 – J. Caignon, J.G. Atherton, E.A. Basher - Flowering and bolting in carrot. II. Prediction in growth room, glasshouse and field environments	33
1994 – G.M. Dias-Tagliacozzo, I.F.M. Valio - Effect of vernalization on flowering of <i>Daucus carota</i> (CVS. Nantes and Brasilia).....	34
1999 - B. Linke, T. Nothnagel, T. Borner - Morphological characterization of modified flower morphology of three novel alloplasmic male sterile carrot sources	35
2000 - E. Lamborn, J. Ollerton - Experimental assessment of the functional morphology of inflorescences of <i>Daucus carota</i> (Apiaceae): testing the 'fly catcher effect'.....	36
2000 - V.K. Pandita, S. Nagarajan - Relationship of flower and seed umbel shape and their effect on seed quality of asiatic carrot.....	38
2002 – E.U. Kozik, R. Nowak - Morphological features in petaloid cytoplasmic male-sterile lines of carrot (<i>Daucus carota</i> L.) in the vegetative phase.....	40

2004 - A.A. Ghoname, W.A. El-Tohamy, S.D. Abou-Hussein - Effect of application method and concentrations of GA3 on flowering, seed yield and its quality of carrot under egyptian conditions.....	41
2007 – M.S. Alessandro, C.R. Galmarini - Inheritance of Vernalization Requirement in Carrot	42
2009 – D. Goulson, K. Mcguire, E.E. Munro, S. Adamson, L. Colliar, K.J. Park, M.C. Tinsley, A.S. Gilburn - Functional significance of the dark central floret of <i>Daucus carota</i> (Apiaceae) L.; is it an insect mimic?.....	43
2010 – B. Dyki, R. Nowak, A. Stepowska - The influence of flower structures on the seeds productivity of the carrot breeding lines	45
2012 – A. Jewiss-Gaines, F.F. Hunter - Pollination ecology of Queen Anne’s Lace (Apiaceae: <i>Daucus carota</i>).....	47
2013 - S. Polte, K. Reinhold - The function of the wild carrot’s dark central floret: attract, guide or deter?.....	48

GÉNÉRALITÉS

1957 – O. Banga - Origin of the european cultivated carrot.....	51
1992 – F. Villeneuve - La carotte : Etat des connaissances.....	52
2000 – P.W. Simon - Domestication, Historical, Development and modern breeding of carrot	57
2007 - J.M. Bradeen, P.W. Simon - Carrots	58
2008 – P.W. Simon - Carrot.....	60

GERMINATION

1931 – H.A. Borthwick - Carrot seed germination	61
1931 – H.A. Borthwick - Development of the macrogametophyte and embryo of <i>Daucus carota</i>	63
1946 - F. Flemion, G. Uhlmann - Further studies of embryoless seeds in the umbelliferae ...	64
1951 – J.F. Harrington - Effect of spacing and size of roots on carrot seed yield and germination	65
1967 - R.B. Austin, P.C. Longden - Some effects of seed size and maturity on the yield of carrot crops	66
1977 – W.A. Wagenvoort, J.F. Bierhuizen - Some aspects of seed germination in vegetable II. The effect of temperature fluctuation, depth of sowing, seed size and cultivar, on heat sum and minimum temperature for germination	68
1979 – D. Gray - The germination response to temperature of carrots seeds from different umbels and times of harvest of seed crop.....	69
1980 – T. Fujimura, A. Komamine - The serial observation of embryogenesis in a carrot cell suspension culture	70
1980 – R. Jacobsohn, D. Globerson - <i>Daucus carota</i> (carrot) seed quality: I. Effets of seed size on germination, emergence and plant growth under subtropical conditions and II. The importance of the primary umbel in carrot seed production.....	71
1983 - D. Gray, R. Joyce, A. Steckel - Seed quality in carrots: the effects of seed crop plant density, harvest date and seed grading on seed and seedling variability	72
1983 - D. Gray, A. Steckel - Some effects of umbel order and harvest date on carrot seed variability and seedling performance.....	74

1983 - D. Gray, R. Joyce, A. Steckel, J.A. Ward - Studies on carrot seed production: effects of plant density on yield and components of yield	75
1984 - D. Gray, J.A. Ward, A. Steckel - Endosperm and embryo development in <i>Daucus carota</i> L.	76
1985 - D. Gray, J.A. Ward - Relationships between seed weight and endosperm characteristics in carrot.....	77
1986 - D. Gray, R. Joyce, A. Steckel - Correlations between variability in carrot (<i>Daucus carota</i> L.) plant weight and variability in embryo length	78
1986 - D. Gray, A. Steckel, J.A. Ward - The effect of cultivar and cultural factors on embryo-sac volume and seed weight in carrot (<i>Daucus carota</i> L.)	79
1986 – W.G. Tucker, D. Gray - The effect of seed drying and gibberellin treatment on the germination performance of developing carrot seed.....	80
1988 – B.B. Dean - Embryogenesis in <i>Daucus carota</i> as it relates to low seed germination... ..	82
1988 - D. Gray, J.R.A. Steckel, J. Dearman, P.A. Brocklehurst - Some effects of temperature during seed development on carrot (<i>Daucus carota</i>) seed growth and quality.....	83
1988 - T.L. Noland, J.D. Maguire, R.N. Oliva, K.J. Bradford, J.L. Nelson, D. Grabe, S. Currans	84
1988 – R.N. Oliva, T. Tissaoui, K.J. Bradford - Relationships of plant density and harvest index to seed yield and quality in carrot.....	86
1989 - F. Corbineau, D. Côme - Facteurs susceptibles d'influencer la germination des semences et la levée des plantules de carotte	87
1989 - B.B. Dean, T. Noland, J.D. Maguire - Correlation of low seed quality with growing environment of carrot.....	88
1989 – R. Joyce, J.R.A. Steckel, D. Gray, H.R. Rowse - Relationships between indices of seed maturity and carrot seed quality.....	89
1991 - F. Villeneuve, P. Letouzé, D. Breton, C. Luneau - Carotte - La semence un facteur de qualité.....	90
1992 - S Thompson, J.A. Bryant, P.A. Brocklehurst - Metabolism of polyadenylic acid RNA during seed maturation, ageing and germination in carrot (<i>Daucus carota</i> L.).....	91
1992 – F. Villeneuve, C. Luneau, J.P. Bosc - Carotte - Incidence du calibre des semences sur la germination et l'émergence.....	92
1993 – A. Bonnet - Etude du développement et de la faculté germinative des graines de carotte	93
1993 - F. Corbineau, M.A. Picard, D. Côme - Germinability of some vegetable seeds in relation to temperature and oxygen.....	94
1993 - V. Tamet, C. Durr, J. Boiffin - Croissance des plantules de carotte de la germination jusqu'à l'apparition des premières feuilles	95
1993 – F. Villeneuve, C. Luneau, J.P. Bosc - Incidence du calibre des semences de carotte (<i>Daucus carota</i>) sur la germination et l'émergence.....	97
1993 – F. Villeneuve, C. Luneau, J.P. Bosc - The incidence of carrot seed grades (<i>Daucus carota</i>) on germination and emergence	99
1994 - F. Corbineau, M.A. Picard, D. Côme - Effect of temperature, oxygen and osmotic pressure on germination of carrots seeds: evaluation of seed quality	100
1994 – F. Villeneuve, C. Luneau, J.P. Bosc, E. Nardon - Carotte: Incidence de la température sur la germination	101
1995 - F. Corbineau, M.A. Picard, A. Bonnet, D. Côme - Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen	102

1996 – M.M.A. Elballa, D.J. Cantliffe - Alteration of Seedstalk Development, Seed Yield, and Seed Quality in Carrot by Varying Temperature during Seed Growth and Development.....	103
1997 - H. Habdas, M. Staniaszek, A. Szafirowska - Cytological aspects of low carrot seeds quality.....	105
2003 – Integrative Seed Biology – Oregon State University - Carrot seed reseach.....	106
2003 – T. Kobayashi, K. Higashi, H. Kamada - 4-Hydroxybenzyl alcohol accumulates in flowers and developing fruits of carrot and inhibits seed formation.....	107
2005 – W. Kiszczak, K. Gorecka, D. Krzyzanowska, U. Kowalska - Size of flower buds in carrot (<i>Daucus carota</i> L.) as an indicator of a stage of microsporogenesis and its suitability for induction of androgenesis.....	108
2005 – R.R. Lada, A. Stiles, T.J. Blake - The effects of natural and synthetic seed preconditioning agents (SPAs) in hastening seedling emergence and enhancing yield and quality of processing carrots	109
2007 - A. Geard, C.J. Spurr, P.H. Brown - Embryo development and time of cutting in cool temperature carrot seed crop.....	110
2008 - W.M. Nascimento, J.V. Vieira, G.O. Silva, K.R. Reitsma, D.J. Cantliffe -Carrot seed germination at high temperature: Effet of genotype and association with ethylene production.....	112
2008 – R. S. Pereira, W. M. Nascimento, J. V. Vieira - Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders.	113
2011 - M.L. Casals, F. Corbineau, V. Le Clerc, B. Bosc, M.R. Mannino - Recherche de l'origine de l'absence de germination des semences de carotte.....	114
2012 – M.S. Watt, M. Bloomberg - Key features of the seed germination response to high temperatures.....	116

IMPLANTATION

1996 – E. Roose - Méthodes de mesure des états de surface du sol, de la rugosité et des autres caractéristiques qui peuvent aider au diagnostic de terrain des risques de ruissellement et d'érosion, en particulier sur les versants cultivés des montagnes	120
--	-----

MALADIES

1974 - J. Giannotti, C. Louis, F. Leclant, G. Marchoux, C. Vago - Infection à mycoplasmes et à micro-organismes d'allure rickettsienne chez une plante atteinte de prolifération et chez le psylle vecteur de la maladie.....	121
1990 - J. Aletru, F. Rouxel - La protection contre les maladies de la carotte porte graine ...	122
1994 – M.M. Beresniewicz, K.W. Duczmal - The effect of environmental conditions on carrot seed health.....	123
1994 - A.I. Szafirowska - The correlation between mother plant architecture, seed quality and field emergence of carrot.....	124
1995 – K. Tylkowska, J. Grabarkiewicz-Szczesna - Toxinogenicity of <i>Alternaria alternata</i> isolates from carrot seeds and seedlings	125
1997 – K.A. El-Tarabily, G.E.J. Hardy, K. Sivasithamparam, A.M. Hussein, I.D. Kurtböke - The potential for the biological control of cavity-spot disease of carrots, caused by <i>Pythium coloratum</i> , by streptomycete and non-streptomycete actinomycetes.....	126

2003 – K. Tylkowska, J. Grabarkiewicz-Szczesna, H. Iwanowska - Production of toxins by <i>Alternaria alternata</i> and <i>Alternaria radicina</i> and their effect on germination of carrot seeds	127
2004 - Lindrea J. Latham, Roger A.C. Jones - Carrot virus Y: symptoms, losses, incidence, epidemiology and control	128
2006 - S.P.C. Groot, Y. Birnbaum, N. Rop, H. Jalink, G. Forsberg, C. Kromphardt, S. Werner, E. Koch - Effect of seed maturity on sensitivity of seeds towards physical sanitation treatments	129
2006 - R.A.C. Jones, L.J. Smith , B.E. Gajda , T.N. Smith , L.J. Latham - Further studies on Carrot virus Y: hosts, symptomatology, search for resistance, and test for seed transmissibility	130
2008 – S.M. Westerveld, A.W. McKeown, M.R. McDonald - Relationship Between Nitrogen Fertilization and <i>Cercospora</i> Leaf Spot and <i>Alternaria</i> Leaf Blight of Carrot.....	131
2010 - R.S. Trivedi, J.G. Hampton - First Report of <i>Alternaria carotiincultae</i> on Carrot Seed Produced in New Zealand	132
2012 - C. Boedo, S. Benichou, R. Berruyer, S. Bersihand, A. Dongo, P. Simoneau, M. Lecomte, M. Briard, V. Le Clerc, P. Poupard - Evaluating aggressiveness and host range of <i>Alternaria dauci</i> in a controlled environment.....	133
2012 – F. Corbineau - Des méthodes pour rechercher les causes de non-germination	134

NUTRITION MINÉRALE

1999 - G.S. Banuelos, H.A. Ajmwa, L. Caceres, D. Dyer - Germination responses and boron accumulation in germplasm from chile and USA grown with boron enriched water	136
2001 – M. Butler, J. Hart, B. Martens, C. Campbell - Seed carrot above ground biomass and nutrient accumulation.....	137
2004 – J. Hart, M. Butler - Hybrid Seed Carrot (Central Oregon)	138
2005 - M. Amjad, S. Naz, S. Ali - Growth and seed yield of carrot as influenced by different regimes of nitrogen and potassium	139
2012 – M. Farooq, A. Wahid, A. Kadambot, H.M. Siddique - Micronutrient application through seed treatments - a review	140

POLLEN

1940 – R. Savelli, C. Caruso - Stimulation mutuelle dans la germination des grains de pollen de <i>Nicotiana</i>	146
1957 – J.L. Brewbaker - Pollen cytology and self-incompatibility systems in plants.....	147
1957 – L.A. Dionne, P.B. Spicer - Staining germinating pollen and pollen tube	149
1963 – J.L. Brewbaker, B.H. Kwack - The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth.....	150
1966 – C.A. Hornby, W.B. Charles - Pollen germination as affected by variety and number of pollen grains	152
1972 – M.T. Cerceau-Larrival, F. Roland-Heydacker - Ultrastructure du pollen <i>Daucus carota</i> L. en microscopies à balayage et à transmission	153
1974 – M. Klein, W. Kozera, B. Michalik - Investigations of the usefulness of various methods for estimation of pollen fertility of carrot.....	154
1975 – F.A. Hoekstra, J. Bruinsma - Respiration and vitality of binucleate and trinucleate pollen.....	155

1977 – D. Bar Shalom, O. Mattson - Mode of hydratation an importance factor in the germination of trinucleate pollen grain	156
1980 – H.U. Kison, R. Franke - Zur Bestimmung der Lebensfähigkeit von Pollen.....	157
1983 – G. Bergamini Mulcahy, D. Mulcahy - A comparison of pollen tube growth in Bi-Trinucleate pollen.....	158
1986 – T. Hodgkin, G.D. Lyon - The Effect of <i>Brassica oleracea</i> Stigma Extracts on the Germination of <i>B. oleracea</i> Pollen in a Thin Layer Chromatographic Bioassay.....	159
1987 – A.J. Mesquida, M. Renard, A.B. Mesquida - Etude préliminaire sur la germination “in vitro” du pollen de colza (<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i> METZGER) et sur l’évolution dans le temps de son aptitude à germer	160
1987 – D.L. Mulcahy, G. Bergamini Mulcahy - The effects of pollen competition	161
1997 - C. Zhang, D.W. Fountain, E.R. Morgan - In vitro germination of the trinucleate pollen of <i>Limonium perezii</i>	162
2000 – A. Midilli, H. Olgun, P.Rzayev, T. Ayhan - Drying and conservation conditions of pollen	163
2000 – T. Rodriguez-Riano, A. Dafni - A new procedure to asses pollen viability	164
2001 - D.H. Firmage, A. Dafni - Field tests for pollen viability: a comparative approach.....	165
2002 – J. Pierre, M. Renard - Pollen longevity of oil seed rape	166
2012 – M.L. Casals - Semences de betteraves : de la qualité du pollen à celle du lot de semences.....	167

POLLINISATION

1951 – M.V. Smith, G.F. Townsend - Techniques Useful In Pollination Studies	171
1960 – G.E. Bohart, W.P. Nye - Insect pollinators of carrots in Utah	172
1970 – E.H. Erickson, C.E. Peterson, P. Werner - Honey bee foraging and resultant seed set among male fertile and CMS inbreds and hybrid seed parents	174
1970 – J. Lecomte - La pollinisation et les insectes pollinisateurs.....	175
1982 – V.J. Tepedino - An open-field test of <i>Megachile rotundata</i> as a potential pollinator in hybrid carrot seed field	177
1986 – G.C. Ricciardelli D’Albore - Les insectes pollinisateurs de quelques ombellifères d'intérêts agricoles et condimentaires.....	178
1989 – N.P. Goyal, M. Singh, J.L. Kandoria - Role of insect pollination in seed production of carrot.....	179
1990 – G. Rodet - Pollinisation de la carotte: travaux récents	180
1991 – G. Rodet, J.P. Torre Grossa - Foraging behavior of <i>Apis mellifera</i> on male sterile and male – fertile inbred line of Carrot in gridded enclosures.....	181
1992 – A. Bonnet - Carotte : la production de semence en hybrides.....	182
1992 – G. Rodet, J.P. Torre Grossa, B. Vaissière - Effet de la pollinisation sur la qualité des graines de carotte	183
1996 – B. Vaissière - Attractifs : les abeilles ne sont pas dupes	184
1998 – J. Aletru - Pollinisation : abeille ou mouche	185
1998 – P. Bonnafe - Pollinisation par les abeilles : les aspects pratiques.....	186
1998 – F. Collin - Enquête : la pollinisation vue par les producteurs de semences.....	187
1998 – FNAMS - Supplément pollinisation	188
1998 – M. Perrigault - Les bourdons : élevages et utilisations	189
1998 – G. Rodet - Qualité grainière et pollinisation	191
1998 – A. Serpeille - Pollinisation des carottes hybrides: les mouches viennent en renfort	192

1998 – B. Vaissière - Mesurer l'efficacité pollinisatrice	193
2000 – N. Morison, B. Vaissière, G. Rodet - Pollinisation sous abri: la pollinisation des cultures entomophiles	194
2007 - C. Pérez-Banon, T. Petanidou - Pollination in small islands by occasional visitors: the case of <i>Daucus carota</i> subsp. <i>commutatus</i> (Apiaceae) in the Columbretes archipelago, Spain	196
2007 – P.B. Cseke, P.B. Kaufman, A. Kirakosyan - The biology of essential oils in the pollination of flowers	198
2007 – FNAMS - Etudes des conditions nécessaires à une meilleure utilisation du bourdon terrestre et de la production des semences de choux fleurs sous abri	200
2010 – M.M. Davidson - <i>Apis mellifera</i> and <i>Megachile rotundata</i> : a comparison of behaviour and seed yield in a hybrid carrot seed crop	201
2011 – A. Gaffney, G.R. Allen, P.H. Brown - Insect visitation to flowering hybrid carrot seed crops	202
2012 - ADAPIC / FNAMS - Cahier des charges de pollinisation des cultures porte-graine : ..	204
2012 – M. Henry, M. Béguin, F. Requier, O. Rollin, J.-F. Odoux, P. Aupinel, J. Aptel, S. Tchamitchian, A. Decourtye - A common pesticide decreases foraging success and Survival in honey bee	205
2013 – AFPP - Les abeilles butinent	206
2013 – J.M. Tylianakis - The global plight of pollinator	207

RAVAGEURS

PUNAISES

1949 - F. Flemion - <i>Lygus</i> Bugs in Relation to the Occurrence of Embryoless Seeds in the Umbelliferae	211
1956 - Y.O. Kho, J.P. Braak - Reduction in the yield and viability of carrot seed in relation to the occurrence of the plant bug <i>lygus campestris</i> L.	212
1957 - E.C. Carlson - <i>Lygus</i> Bug Injury to Carrot Seed	214
1958 - H.M. Van Turnhout, P.A. Van Der Laan - Control of <i>Lygus Campestris</i> on carrot seed crops in North Holland	215
1959 - E.C. Carlson - Evaluation of insecticides for <i>lygus</i> bugs control and their effect on predators and pollinators	216
1961 - E.C. Carlson, J. Campbell - Investigations of <i>Lygus</i> Bugs Damage to table beet seed plants	217
1969 - V.M. Stern, A. Mueller, V. Sevacherian, M. Way - <i>Lygus</i> Bug control in cotton through Alfalfa interplanting	218
1970 – D.R. Scott - Feeding of <i>Lygus</i> bugs (Hemiptera: Miridae) on Developing Carrot and Bean seed: Increased growth and yields of plants grown from that seed	219
1973 - W.M. Tingey, T.F. Leich, A.H. Hyer - <i>Lygus</i> Bug Resistant Cotton	220
1983 - D.R. Scott - <i>Lygus hesperus</i> Knight (Hemiptera: Miridae) and <i>Daucus carota</i> L. (Umbelliflorae: Umbelliferae): An example of relationships between a polyphagous insect and one of its plant hosts	221
1992 - M. Butler, G.C. Fisher, M.S. Weber, B.R. Martens - Post irrigation <i>lygus</i> control in carrot seed	222
1997 - M. Butler, B. Martens, L. Gilmore - Evaluation of temik for <i>lygus</i> control on seed carrots	223

1998 - J. Diehl, P. Ellsworth, L. Moore - Lygus in cotton: identification, Biology and Management	224
1998 - P.C. Ellsworth - Lygus in cotton: implementing action thresholds	225
1998 - P.C. Ellsworth, J. Diehl - Lygus in cotton: An Integrates Management Plan for Arizona	226
1999 – G. Fauvel - Diversity of Heteroptera in agroecosystems: role of sustainability and bioindication.....	227
2000 - P.C. Ellsworth - Lygus control Decision Aids for Arizona cotton	228
2001 - C.J. Spurr, N.J. Mendham, P.H. Brown - The effect of Rutherglen bug (Nysius Vinitor) on yield and quality of hybrid carrot seed	229
2001 – A.L. Varis, C. van Achterberg - Peristenus varisae spec. nov. (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing the European tarnished plant bug, Lygus rugulipennis Poppius (Heteroptera: Miridae).....	230
2002 – S. Hannunen - Vegetation architecture and redistribution of insects moving on the plant surface.....	231
2003 - M. Butler, T. Hake, M. Talkington, R. Barber, C. Campbell - Lygus Control on Seed Carrots in Central Oregon	232
2004 – J. Fitzgerald - Laboratory bioassays and field evaluation of insecticides for the control of Anthonomus rubi, Lygus rugulipennis and Chaetosiphon fragaefolii, and effects on beneficial species, in UK strawberry production	233
2005 - M. Boetel, P. Glogoza, J. Knott - Lygus bugs in Sugarbeets	234
2005 – T. Haye, A.B. Broadbent, J. Whistlecraft, U. Kuhlmann - Comparative analysis of the reproductive biology of two Peristenus species (Hymenoptera: Braconidae), biological control agents of Lygus plant bugs (Hemiptera: Miridae)	235
2005 – T. Haye, H. Goulet, P.G. Mason, U. Kuhlmann - Does fundamental host range match ecological host range? A retrospective case study of a Lygus plant bug parasitoid.....	236
2006 - R. Affeldt, G. Williams, B. Marten - Novaluron Evaluation for Lygus Bugs Control in Seed Carrots	237
2006 - P.B. Goodell, B. Ribeiro - Measuring Localized movement of lygus Hesperus into San Joaquin Valley cotton fields	238
2008 – Z. Jamal - Application de Beauveria bassiana contre la punaise terne Lygus lineolaris (Palisot de Beauvois) (hémiptères: miridés) dans les vignobles.....	239
2008 – M. Mirab-balou, M. Khanjani - Harmful hemiptera of Lygus genus (Miridae, Hemiptera) on alfalfa (Medicago sativa L.) In Hamedan province (western Iran)	240
2009 - L.D. Godfrey, P.B. Goodell, E.T. Natwick, D.R. Haviland, E.E. Grafton-Cardwell, N.C. Toscano - UC Pest Management Guidelines, Cotton, Lygus	241
2011 – J. Fitzgerald, C. Jay - Chemical control of the European tarnished plant bug, Lygus rugulipennis, on strawberry in the UK	242
2011 – P.G. Mason, A.B. Broadbent, J.W. Whistlecraft, D.R. Gillespie - Interpreting the host range of Peristenus digoneutis and Peristenus relictus (Hymenoptera: Braconidae) biological control agents of Lygus spp. (Hemiptera: Miridae) in North America.....	243
2011 – S.E. Naranjo, P.C. Ellsworth, D.A. Dierig - Impact of Lygus spp. (Hemiptera: Miridae) on Damage, Yield and Quality of Lesquerella (Physaria fendleri), a Potential New Oil-Seed Crop	244
2011 – C.H. Wohleb - Pests of Carrot Grown for Seed - Lygus bug	245

2012 – Y. Carriere, P.B. Goodell, C. Ellers-Kirk, G. Larocque, P. Dutilleul, S.E. Naranjo, P.C. Ellsworth - Effects of Local and Landscape Factors on Population Dynamics of a Cotton Pest	246
2012 – E. Conti, F. Frati, G. Salerno - Oviposition Behaviour of <i>Lygus rugulipennis</i> and its Preferences for Plant Wounds	247
2012 - M. Pansa, L. Guidone, L. Tavella - Distribution and abundance of nymphal parasitoids of <i>Lygus rugulipennis</i> and <i>Adelphocoris lineolatus</i> in northwestern Italy.....	248

PSYLLES

1974 - F. Leclant, G. Marchoux, J. Giannotti - Mise en évidence du rôle vecteur du Psylle <i>Trioza nigricornis</i> Forst (Insecte, Homoptère) dans la transmission d'une maladie à prolifération de <i>Daucus carota</i> L.....	249
1976 – M. Markkula, S. Laurema, K. Tiittanen - Systemic damage caused by <i>Trioza Apicalis</i> on carrot.....	251
1994 - G. Nehlin, I. Valterova, A.K. Borg-Karlson - Use of conifer volatiles to reduce injury caused by carrot psyllid, <i>Trioza apicalis</i> Förster (Homoptera, Psylloidea)	252
1997 – I. Valterova, G. Nehlin, A.K. Borg-Karlson - Host Plant Chemistry and Preferences in Egg-laying <i>Trioza apicalis</i> (Homoptera, Psylloidea).....	253
1999 – I. Font, P. Abad, M. Albinana, A.I. Espino, E.L. Dally, R.E. Davis, C. Jorda - Amarillos y enrojecimientos en zanahoria: Una enfermedad a diagnóstico.....	254
2002 - P. Kainulainen, A. Ninissen, A. Piirainen, K. Tiilikkala, J.K. Holopainen - Essential oil composition in leaves of carrot varieties and preference of specialist and generalist sucking insect herbivores.....	255
2007 – L. Kristoffersen, O. Anderbrant - Carrot psyllid (<i>Trioza apicalis</i>) winter habitats – insights in shelter plant preference and migratory capacity	256
2007 – J.E. Munyanesa, J.A. Goolsby, J.M. Crosslin, J.E. Upton - Further Evidence that Zebra chips Potato Disease in the lower Rio Grande Valley of Texas is associated with <i>Bactericera Cockerelli</i>	257
2007 – A. Nissinen, P. Vanhala, J.K. Holopainen, K. Tiilikkala - Short feeding period of carrot psyllid (<i>Trioza apicalis</i>) females at early growth stages of carrot reduces yield and causes leaf discoloration.....	258
2008 - N.M.M. Abdullah - Life history of the Potato Psyllid <i>Bactericera Cockerelli</i> (homoptera: Psyllidae) in controlled Environment agriculture in Arizona	259
2008 - S. Fisher, J. Auer - Psylle de la carotte : chronique d'une invasion annoncée.....	260
2008 – P. Láska, J. Rogl - Periodicity of the outbreaks of the carrot psyllid (<i>Trioza apicalis</i>) cannot be explained by sunspot activity.....	261
2008 - A. Nissinen, L. Kristoffersen, O. Anderbrant - Physiological state of female and light intensity affect the host-plant selection of carrot psyllid, <i>Trioza Apicalis</i> (Hemiptera: Triozidae).....	262
2009 – A.H. Gharalari, C. Nansen, D.S. Lawson, J. Gilley, J.E. Munyanesa, K. Vaughn - Knockdown Mortality, Repellency, and Residual Effects of Insecticides for Control of Adult <i>Bactericera cockerelli</i> (Hemiptera: Psyllidae)	263
2009 – B.C. Jackson, J. Goolsby, A. Wzykowski, N. Vitovsky, B. Bextine - Analysis of Genetic Relationships Between Potato Psyllid (<i>Bactericera cockerelli</i>) Populations in the United States, Mexico and Guatemala Using ITS2 and Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) Data .	264
2009 – D.A.J. Teulon, P.J. Workman, K.L. Thomas, M.C. Nielsen - <i>Bactericera cockerelli</i> : Incursion, Dispersal and current distribution on vegetable crops In New Zealand.....	265

2010 – C. Guédot, D.R. Horton, P.J. Landolt - Sex attraction in <i>Bactericera cockerelli</i> (Hemiptera: Triozidae)	266
2010 - R. Meadow - The carrot psyllid, <i>Trioza apicalis</i> – Biology and control	267
2010 - J.E. Munyaneza, T.W. Fischer, V.G. Sendoga, S.F. Garczynski, A. Nissinen, A. Lemmenty - Association of “ <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> ” with the psyllid, <i>Trioza apicalis</i> (Hemiptera: Triozidae) in Europe.....	268
2010 – X.B. Yang, Y.M. Zhang, L. Hua, L.N. Peng, J.E. Munyaneza, J.T. Trumble, T.X. Liu - Repellency of selected biorational insecticides to potato psyllid, <i>Bactericera cockerelli</i> (Hemiptera: Psyllidae).....	269
2011 - C.D. Butler, B. Gonzalez, K.L. Manjunath, R.F. Lee, R.G. Novy, J. Creighton Miller, J.T. Trumble - Behavioral responses of adult potato psyllid, <i>Bactericera cockerelli</i> (Hemiptera: Triozidae), to potato germplasm and transmission of <i>Candidatus Liberibacter psyllaurens</i>	270
2011 - S.A.S Fathi - Population density and life-history parameters of the psyllid <i>Bactericera nigricornis</i> (Forster) on four commercial cultivars of potato.....	271
2011 - L.A. Lacey, T.-X. Liu, J.L. Buchman, J.E. Munyaneza, J.A. Goolsby, D.R. Horton - Entomopathogenic fungi (Hypocreales) for control of potato psyllid, <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) in an area endemic for zebra chip disease of potato	272
2011 - P. Laska - Biology of <i>Trioza apicalis</i> – a review	273
2011 - R. Meadow - The Carrot Psyllid (<i>Trioza apicalis</i>) Biology and Control.....	274
2012 - Australian Government - Diagnostic protocol for the detection of the Tomato Potato Psyllid, <i>Bactericera Cockerelli</i> (Sulc).....	275
2012 - C.D. Butler, G.P. Walker, J.T. Trumble - Feeding disruption of potato psyllid, <i>Bactericera cockerelli</i> , by imidacloprid as measured by electrical penetration graphs.....	276
2012 - F. Constable - Diagnostic protocol for the identification and detection of <i>Candidatus liberibacter solanacearum</i> , the causal agent of zebra chip of potatoes.....	277
2012 – EPPO - <i>Candidatus liberibacter solanacearum</i>	278
2012 – S. Halbert, J.E. Munyaneza - Potato Psyllids and associated pathogens: A diagnostic aid.....	279
2012 - E. Jirle - Chemical ecology of psyllids on carrot and eucalyptus: relevance to monitoring and control psyllids are widespread and serious pests on a large number of crops and trees.....	280
2012 – W.R. Nelson, V.G. Sengoda, A.O. Alfaro-Fernandez, M.I. Font, J.M. Crosslin, J.E. Munyaneza - A new haplotype of “ <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> ” identified in the Mediterranean region	281
2012 – D. Ouvrard - First record of the onion psyllid <i>Bactericera tremblayi</i> (Wagner, 1961) (Insecta: Hemiptera: Sternorrhyncha: Psylloidea) and new symptoms on leek crops in France	282

NÉMATODES

? – DGAL - Nématodes à galles : <i>Meloidogyne chitwoodi</i> et <i>Meloidogyne fallax</i> Organismes nuisibles de lutte obligatoire dans l’Union européenne.....	283
1986 - S.P. Huang - Penetration, Development, Reproduction, and Sex Ratio of <i>Meloidogyne javanica</i> in Three Carrot Cultivars	284
1987 – P.A. Roberts - The influence of planting date of carrot on <i>Meloidogyne incognita</i> reproduction and injury to roots.....	285
1997 - A. Fraval, E. Fèvre, R. Coutin, C.Minost, V. Laporte - Nématodes de la carotte, à galle des racines, nématodes des prairies.....	286

2004 - J. Kimpinski, K. Sanderson - Effects of crops rotations on carrot yield and on the nematodes <i>Pratylenchus penetrans</i> and <i>Meloidogyne hapla</i>	287
2007 - F. Crowe, R. Simmons - Sampling and damage assesment of <i>Pratylenchus</i> Nematodes Associated with Wheat--carrot Seed Crop Rotations in Central Oregon.....	288
2010 – INRA, interactions plantes-nématodes - Phylogenetic posotion of <i>Meloidogyne incognita</i> within the phylum Nematoda	289
2012 - R. Eder, S. Kienwick - Identification des dégâts de nématodes au champ	290
2012 - B.B. Westerdhal, A.T. Ploeg, J.O. Becker - How to manage pests, UC Pest Management Guidelines.....	291
2013 - Service public de Wallonie - Définition- <i>Meloidogyne</i>	292

AUTRES

? – M. Legrand, G. Roy, L. Delanote, A. Delebecq, C. Dereycke, I. Vuylsteke, F. Temmerman - La carotte.....	293
? - SILEBAN, Région Basse Normandie, EMR - Les Taupins.....	294
1965 - J. Chod - Transmission of carrot Mosaic virus by aphids	295
1977 - E. Brunel, G. Caubel, Grill, B. Jouan, J. Le Bohec, F. Leclant, J. Missonier, J. Pelletier, R. Rahn, M. Vieuxtemps - LA CAROTTE : Maladies – Ennemis, Accidents de végétation	296
1993 – A.B. Stevenson, J. Chaput - Les insectes ravageurs de la carotte	297
1994 – EPPO - Normes OEPP, Directives sur les bonnes pratiques phytosanitaires cultures ombellifères.....	298
1997 - L.R.E. Hopper - Carrot (<i>Daucus carota</i> L.) cultivar resistance to carrot rust fly (<i>Psila rosae</i> Fab.) with a note on the seasonal history of the adult and its distribution in Newfoundland.....	299
1999 - M. Hullé, E. Turpeau-Ait Ighl, Y. Robert, Y. Monnet - Les pucerons des plantes maraîchères, cycles biologiques et activités de vol	300
2004 - Integrted pest management - Mites: <i>Tetranychus urticae</i> and <i>Steneotarsenomus pallidus</i>	301
2007 - J. Nunez, T. Hartz, M. McGiffen, E.T. Natwick - Carrot production in California	302
2008 - L. Duchovskiene, R. Karkleliene, E. Survilien, R. Starkute - The effect of biopesticide NeemAzal-T/S on the <i>Tetranychus urticae</i> Koch. in carrot seed plants under greenhouse conditions.....	303
2010 - J. MacKenzie, J. Nelson, A. Hammermeister - Pratique de gestion pour le contrôle de la larve de taupin européenne au Canada	304
2012 – R. Rouzes - Les taupins, description, biologie et écologie, outils de reconnaissance	305
2012 – F. Villeneuve - Connaissance et maîtrise de la mouche de la carotte	306

DÉVELOPPEMENT VÉGÉTATIF

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Développement végétatif

REFERENCE DE L'ARTICLE

2000 - J. B. Reid, J. M. English - Potential Yield in Carrots (*Daucus carota* L.): Theory, Test, and an Application

Annals of Botany 85: 593-605, 2000

MOTS CLEFS

Modèle mathématique, date de semis, rendement, croissance végétative

RESUME

Les auteurs utilisent un modèle mathématique pour déterminer un potentiel de rendement en fonction de paramètres relatifs à la culture.

Le modèle calcule un index de surface foliaire verte (L) avec un pas de temps journalier. La production de matière sèche est liée de manière linéaire à la captation lumineuse, calculée à partir de L et du coefficient de traversée de la lumière dans la canopée (k).

Deux étapes de croissance sont définies. Dans la 1^{ère} étape, la croissance des feuilles sur chaque plante n'est pas affectée par les plantes voisines. L'étape 2 commence quand L atteint une valeur critique et où les plantes commencent à interagir. Comparée à l'étape 1, la 2 est définie par une croissance foliaire plus lente et un k qui varie avec la densité de plantes. La répartition de la matière sèche entre les tiges et la racine dépend de L.

Les auteurs ont calibré le modèle pour les variétés Chantenay et Red Hot en utilisant des données de densité de 1997-98 obtenues en N-Zélande. Le modèle explique 72% des variations observées dans la taille racinaire et 79% des variations du rendement. Le modèle a été testé en comparaison avec 2 autres expérimentations de 95-96 et 96-97. Pour les 2 expé, les 2 mêmes variétés ont été semées à 3 différentes périodes. En tout, le modèle explique 72% des variations observées dans la taille racinaire et 66% des variations du rendement, ce qui démontre qu'il est exportable à d'autres analyses.

Au final, les auteurs appliquent le modèle pour interpréter les effets de la date de semis de ces 2 expé. Le modèle indique qu'un semis précoce est bénéfique pour le rendement.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

FLORAISON

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Attractivité, Floraison, Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

? – D. Aedy, F. Hunter - Does colour of the central floret in Queen Anne's Lace umbels affect the types of pollinators attracted to them?

Poster colloque

MOTS CLEFS

Dark Central Floret (*Cf. FL Goulson 2009 et Lamborn 2000*), pollinisateurs, caractère évolutif

RESUME

L'étude vise à tester s'il y a ou non une différence entre les types de pollinisateurs présents sur les ombelles de la Queen Anne's Lace (QAL, carotte sauvage) ayant un Dark Central Floret (DCF) ou n'en ayant pas. Il faut se référer aux travaux de Goulson et Lamborn pour resituer la fonction du DCF.

Les insectes ont été capturés sur les ombelles choisies pour l'expé (présence ou non du DCF). Au moment de la présentation de ce poster, les résultats restent préliminaires, mais il est tout de même observé qu'il y a une différence significative de la distribution des populations d'insectes entre les ombelles DCF (O-DCF) et les non-DCF (O-nDCF). Les coléoptères sont plus présents sur les O-nDCF alors que les abeilles et les guêpes le sont plus sur les O-DCF.

CITATIONS / DEFINITION

"It is strongly believed that this dark central floret serves a more adaptive purpose than simply being a remnant of a possible ancestral past."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Les quelques études portant sur le sujet montrent des résultats très différents à chaque fois. Il est donc impossible de tirer des conclusions définitives concernant le rôle des DCF.

De plus, nous ne retrouvons plus ces DCF sur les variétés de carottes PG utilisées. Cette perte des DCF sur ces variétés est-elle récente ?

Les DCF pourraient-elles jouer sur un problème de pollinisation, s'il y en a un ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison, biologie florale

REFERENCE DE L'ARTICLE

1931 – H.A. Borthwick, M. Phillips, W.W. Robbins - Floral development in *Daucus carota*
American Journal of Botany, Vol 31, p 784-796

MOTS CLEFS

Biologie florale

RESUME

Description et graphiques des étapes :

- du développement des ébauches de l'ombelle, de l'ombellule,
- de différenciation des organes reproducteurs
- de la floraison à l'échelle de la fleur.

Les principales conclusions :

- l'ébauche (ou primordium) de l'ombelle débute fin décembre à Davis (Californie) et est différencié début mars.
- sépales, pétales et étamines se forment quasi-simultanément. Ils sont suivis par l'ébauche du carpelle.
- l'ouverture des fleurs est irrégulière
- la déhiscence des anthères et la chute des étamines interviennent avant la réceptivité des stigmates.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1942 – E.-S. Sakr, H.C. Thompson - Effect of temperature and photoperiod on seedstalk development in carrots
American Society for Horticultural Science

MOTS CLEFS

Température, photopériode, levée

RESUME

L'étude vise à déterminer l'effet de certains facteurs environnementaux sur la croissance de la 1ère tige. Pour cela, l'influence de la T°C et durée de la photopériode sont étudiées. Deux expériences sont conduites : dans la 1ère, les plantes sont exposées à des T°C basses (4,5-10°C ; 10-15°C ; 15-21°C ; 21-27°C) sous serre et dans la 2nde, les racines sont conservées à 1,7 ; 4,5 et 10°C (35, 40 et 50°F) dans une chambre froide avant de les faire pousser sous serre sous 3 gammes de T°C (10-15°C ; 15-21°C ; 21-27°C). La variété utilisée est la « French Forcing ».

Expé 1 : Une exposition à une T°C de 4,5-10°C est plus favorable à la levée qu'une à 10-15°C. La durée de la photopériode ne semble pas être un facteur déterminant dans l'initiation de la floraison.

Expé 2 : Une T°C de 21-27°C semble être trop élevée pour initier la floraison.

CITATIONS / DEFINITION

"Experiments conducted by many investigators on other crop shave shown that temperature, length of photoperiod, light intensity, and other ecological factors affect the initiation of flowering and the development of flowers and seeds."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Les objectifs de l'étude sont parfois un peu confus et les conclusions pas vraiment explicites (surtout une énumération des résultats) ce qui ne facilite pas l'interprétation. Malgré tout, la T°C reste un facteur important en ce qui concerne la floraison, la germination, le développement végétatif, etc.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1947 - J.E. Welch, E.L. Grimball - Male sterility in the carrot
Science 106(12) 594

MOTS CLEFS

Stabilité, création de mâles stériles, hérédité du caractère stérile, premières recherches pour la production de mâles stériles

RESUME

Cet article explique la découverte d'un mâle stérile de plant de carotte, puis les recherches effectuées, en 1946 – 1947, en vue de déterminer si la stérilité serait transmise d'une génération à l'autre, et s'il serait possible d'obtenir ce caractère chez un grand nombre d'individus. C'est la base de la création des variétés hybrides. L'utilisation de mâles stériles dans la production de semences permet de produire des variétés extrêmement uniformes et stables.

CITATIONS / DEFINITION

"Present horticultural varieties of carrots lack uniformity when environmental conditions deviate from the optimum. By studying the combining ability of paired inbred lines, one in each combination possessing the male-sterile character, it is theoretically possible to obtain extremely uniform carrot varieties which are also superior to those now available in general appearance, productivity, quality, and nutritional value."

"An apparently male-sterile carrot plant was found "

"Caging of certain umbels took place a day or so before the first flowers normally would open, and the caged umbels were observed daily for the appearance of exerted stamens, the stage at which blowflies are introduced into the cages as pollinating agents. The first flies were placed in the cage on February 25, 1946, even though no stamens were evident. A few days later microscopic examination showed that the anthers of this plant were shriveled and brown in color before any petals unfolded. No exerted stamens were found. "

"The 67 roots which were produced were [...] planted in the field [...]. Classification of the flower types of these F1 plants between June 6 and July 7, 1947, showed 39 male-sterile and 15 normal."

"The mode of inheritance of the male-sterile character is unknown, because so far only a relatively small segregating population has been studied. Further breeding tests will be required before a genetical explanation can be proposed."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Pas nécessairement utile pour la problématique sur la germination des carottes.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison (biologie florale), reproduction (pollen), ravageurs (punaises)

REFERENCE DE L'ARTICLE

1958 - P. Braak, Y. O. Kho - Some observations on the floral biology of the carrot (*Daucus carota* L.)

Euphytica 7 (1958) : 131-139

MOTS CLEFS

Pays-Bas, fleurs mâles, stérilité mâle, défaut de fécondation

RESUME

Etude initié en 1951 pour identifier les causes de la présence d'ombelles sans semences, les pistes identifiées

Le facteur punaise a été identifié : « [...] *Lygus campestris* se nourrit des fleurs et des ovaires en développement [...] » mais n'est pas traité dans cet article, pour plus d'info voir Y.O. Kho, J.P. Braak, 1956.

Les aspects de biologie florale abordés :

- Distribution des fleurs mâles et des fleurs hermaphrodites (carottes sauvages et cultivées)

Très peu de fleurs mâles dans les ombelles primaires. Augmentation progressive du pourcentage de fleurs mâles avec l'augmentation des ordres d'ombelles. Le pourcentage de fleurs mâles est déterminé génétiquement et influencé par les facteurs environnementaux

- L'occurrence de la stérilité mâle (carottes sauvages et cultivées)

Les filets restent enroulés et les anthères ne sont pas déhiscentes. La stérilité mâle semble en partie déterminée génétiquement

- Baisse de production de graine non causé par les punaises

Même en l'absence de 'bugs', un certain nombre d'ovaire ne se développe pas en graine.

La piste identifiée est un défaut de fécondation (mauvaise ou absence de germination du pollen, tube pollinique court, développement irrégulier du tube pollinique et parfois avec des extrémités gonflées, stigmaté sans pollen).

Méthode utilisée : observation au microscope des ovaires non développé après fixation dans le FAA et coloration au bleu de coton à 0.1%.

CITATIONS / DEFINITION

Définition - structure de la fleur de carotte :

"Just as in other Umbelliferae the umbels of the carrot are compound inflorescences . An umbel consists of a number of umbellets bearing either bisexual or both bisexual and male flowers . The bisexual flowers possess an inferior ovary, 5 minute green calyx teeth and 5 white petals . The 5 stamens are inserted on the margin of an epigynous disc, in the centre of which are 2 styles (Fig . 1 A) . The fruit is a bilocular schizocarp ; at maturity it splits into 2 dry achenes containing 1 seed each . The latter are commonly called the "seeds" of the carrot and for convenience this name will also be used in this paper. In the male flowers the ovary and the styles are absent (Fig . 1B) . Hence the male flowers cannot produce seeds ; they die soon after anthesis."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Qu'est ce que le FAA ?

Rechercher les publications de Braak et Kho après 1958

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison, croissance végétative

REFERENCE DE L'ARTICLE

1967 - L. Quagliotti - Effects of different temperatures on stalk development, flowering habit, and sex expression in the carrot *Daucus carota* L.
Euphytica 16 (1967): 83-103

MOTS CLEFS

Croissance des tiges, fertilité des fleurs, nombre de fleurs, ordres d'ombelles

RESUME

L'étude porte sur l'effet de la T°C sur le développement de la tige florale, la floraison et l'expression sexuelle de la variété Amsterdam Forcing. Les T°C choisies sont 14, 20 et 26°C et témoin (conditions naturelles de luminosité et T°C).

Aux plus hautes T°C le taux de croissance de la structure végétative des plantes est supérieur, mais la taille finale atteinte est inférieure. De plus, la floraison a lieu plus tôt.

La longueur finale des tiges latérales est induite de la même manière en ce qui concerne la T°C, mais seulement si elles ont assez de temps pour se développer correctement.

Le nombre d'ombelles produites est plus important aux hautes T°C mais leur qualité (exprimée en nombre d'ombellules par ombelle et nombre de fleurs par ombellule) est supérieure à basse T°C. Il semblerait que le nombre d'ombellules par ombelle et le nombre de fleurs par ombellule diminuent quand la position de l'ombelle sur la plante augmente (c-à-d pour les ombelles les plus éloignées de l'OI).

Pour les T°C de 26 et 14°C, il est observé une corrélation entre le nombre de fleurs par ombelles et la longueur moyenne des tiges latérales (pas observé à 20°C et témoin). Un calcul approximatif du nombre de fleurs par plantes donne pour 26, 20, 14°C et témoin respectivement 29000, 45000, 68000 et 46000 fleurs.

A 14°C le ratio hermaphrodites/fleurs mâles est un peu plus en faveur des fleurs hermaphrodites, qu'à T°C élevée. La fertilité des fleurs mâles est significativement diminuée par les hautes T°C, celle des hermaphrodites non.

Le pourcentage de fleurs mâles augmente avec l'ordre d'ombelle, pour les OI à OIV.

Le nombre de fleurs hermaphrodites fertiles (qui peuvent donc produire des graines) est à peu près équivalent pour les 4 types de T°C (environ 50-60%). Cependant, comme le nombre de fleurs par plante calculé est différent entre ces 4 types, notamment en ce qui concerne les T°C extrêmes 26 et 14°C, on en déduit que la T°C joue un rôle majeur dans le rendement grainier.

L'ensemble des résultats obtenus à 20°C se rapprochent fortement de ceux du témoin.

Par rapport aux travaux de Miyagi et Hagiya ; leurs conclusions étaient entre autres :

- la réduction du nombre d'ombelles par plante augmente le poids et la taille des graines mais pas leur viabilité
- en conditions extérieures, la germination des graines des ombelles primaires (OI) est plus élevée que celle des OIII ; sous serre, la différence est minime.

CITATIONS / DEFINITION

"(...) the proportion of male flowers tended to increase in the umbels of higher order."

"(...) they are of a modifying influence of the environment on sexual behaviour of the carrot (...)"

“(…) in that case unsuitable climatic conditions might, for instance, bring about a reduction of ovuliferous flowers and thus cause a reduction in seed production.”

“From the literature reviewed (…) environmental factors possibly influencing the process of sexual reproduction, the temperature is probably the most important one.”

“The minimum vernalisation treatment required for flowering initiation and flower stalk development of such carrot cultivars as French Forcing, Chantenay, Nantes and Imperator is a period of 15-60 days at temperatures of 4°-15°C, provided the plants are subsequently held at temperatures between 16 and 21°C.

An appreciable reduction in the number of flowering plants is observed, if after the cold-treatment the temperature is raised to a level between 21 and 27°C. A similar devernalising effect results from heat treatment at 32°C applied immediately after vernalisation for a period as short as 3-7 days.”

“(…) general hypothesis laid down by HESLOP HARRISON, according to which in higher plants a low temperature favours the expression of the female sex, and a high temperature the expression of the male sex.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

Une méthode de comptage des fleurs sur les ombelles est décrite dans la publication de Braak et Kho (1958). Elle pourrait être intéressante si l'on s'intéresse d'un peu plus près aux fleurs dans nos protocoles de 2013.

Encore une fois le facteur T°C est défini comme majeur sur le développement et la floraison des carottes et donc sur le rendement et la germination. Il faut malgré tout ne pas oublier d'intégrer ce facteur parmi tous ceux que nous considérons, c'est-à-dire pollinisation, ravageurs, etc.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1972 – D. Globerson - The effects of gibberellic acid on flowering and seed production in carrots
J. Hort. Sci 47, 69-72

MOTS CLEFS

Acide gibbérellique (GA3), Chantenay, Nantaise, rendement grainier

RESUME

Etude réalisée en Israël à la fin des années 60 pour observer l'effet de l'acide gibbérellique (GA3) sur la floraison et la production de graines. Deux variétés sont utilisées, la Nantaise et la Chantenay cœur-rouge.

Tremper des racines de carottes dans une solution de 100 ppm GA3 ou pulvériser sur le jeune feuillage développé à partir d'une racine plantée donne un rendement grainier comparable à ceux obtenus avec le meilleur traitement par conservation froide.

La Nantaise produit un plus haut rendement grainier que la Chantenay.

Avec des variétés non précoces (? - terme utilisé est « non-bolting[1] » -), une combinaison de trempage de racine et de pulvérisation sur feuillage provoque un plus haut pourcentage de plantes qui fleurissent par rapport à une pulvérisation seule.

CITATIONS / DEFINITION

"Carrots from non-bolting cultivars will start flowering after induction by low temperature."

"Two cultivars (...) were tested: (a) Nantes (Clause); (b) Nantes (N.K.); and (c) Tip-top (Vimorin). These cultivars were chosen because of their different resistance to bolting."

"In previous investigations and also in the present study it was found that cold storage of carrots roots induces flowering. In this study it was demonstrated that cold storage also increases the yield of seeds. (...) It was found that cold storage treatment can be replaced by GA3 treatment."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Le climat est différent de celui que nous connaissons en France, et plus particulièrement en Beauce. Les T°C moyennes relevées lors des expé de cette étude sont de 16, 11, 8, 12 et 14°C pour, respectivement, Nov., Dec., Jan., Fev. et Mars. T°C encore plus élevées pour la 2ème expé (lieu différent).

L'expé utilise la méthode « root-to-seed », qui ne s'applique donc pas à notre problématique (seed-to-seed).

[1] Bolting is the term applied to vegetable crops when they prematurely run to seed, usually making them unusable. *Voir aussi partie Citations/Définitions*

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison, vernalisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1979 - L.K. Hiller, W.C. Kelly - The effect of post-vernalization temperature on seedstalk elongation and flowering in carrots
J. Amer. Soc. Hort. Sci., 104 (2), 253-257

MOTS CLEFS

Croissance de la 1^{ère} tige, T°C, vernalisation

RESUME

L'étude porte sur l'effet de la T°C de vernalisation et post-vernalisation sur la croissance de la 1^{ère} tige et la floraison.

La taille de la 1^{ère} tige est réduite quand la T°C de post-vernalisation augmente de 15/21° à 27/32°C (nuit/jour) sans effet significatif sur la floraison ou la formation des semences. Les 1^{ères} tiges de Chantenay Royale sont plus affectées par la T°C élevée que la Nantes Scarlet, la Danvers 126 étant intermédiaire entre ces 2 variétés.

Peu de plantes montrent un développement macroscopique de la 1^{ère} tige 6 semaines après la vernalisation bien que la T°C durant cette période ait une influence permanente sur la taille finale de la tige primaire. Les carottes cultivées à 27/32°C pendant les 6 semaines suivant la vernalisation et ensuite ramenées à l'optimum 15/21°C ne grandissent pas plus que les plantes conservées à 27/32°.

Les T°C de vernalisation de 0, 5 et 10°C pendant 10 semaines n'affectent pas le pourcentage de plantes fleurissant, le temps de bolting[1], ou le taux d'élongation de la 1^{ère} tige.

La taille finale de la tige primaire est réduite seulement chez la Chantenay vernalisée à 10°C. La floraison est diminuée par les T°C de post-vernalisation de 27/32 et 21/27°C quand les carottes ont été stockées seulement 5 semaines à 5°C, mais pas après une conservation de 10 semaines ou plus.

L'augmentation du temps de vernalisation à 10 semaines accélère le taux de bolting pour les 3 variétés et augmente la taille finale de la 1^{ère} tige pour la Chantenay et la Danvers.

La T°C pendant la 1^{ère} année de croissance des racines, la suppression du feuillage des racines matures avant la conservation et la photopériode post-vernalisation n'ont pas affecté l'élongation de la 1^{ère} tige ni la floraison.

CITATIONS / DEFINITION

"The results obtained here indicate no effect of foliage during vernalization on seedstalk formation."

"The erroneous idea that "biennials" require long days to flower had appeared in the literature occasionally but has not been supported by experimental evidence."

"The results also suggested that an inherent difference existed among the cultivars in their vernalization requirements and their capacity to sustain the vernalized state under subsequent higher growing temperatures."

"(...) low temperature had an "inductive" or a "direct" effect on carrots depending on the length of exposure."

"Carrot cultivars have been shown to differ in the rate of bolting."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Les conditions de vernalisation et de reprise des carottes ont, comme attendu, une grande importance dans la bonne croissance et la bonne floraison ultérieures. Des différences de

comportement vis-à-vis de ces caractéristiques sont observables entre les différentes variétés.

Malgré tout, comment transposer cette expérimentation au champ et par rapport à notre problématique ? Nos observations avant et après vernalisation sont importantes pour déterminer si nos carottes ont été en bonnes positions pour avoir une bonne croissance au printemps et en été.

[1] Bolting is when agricultural and horticultural crop plants prematurely produce a flowering stem (or stems) before the crop is harvested, in a natural attempt to produce seeds and hence reproduce.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1981 - M. L. Chadha, L. Frese - Observations on a Petaloidy Type of Male Sterility in Carrots (Daucus carota L.)

Gartenbauwissenschaft, 46 (1), S. 21-24, 1981, ISSN 0016-478X

MOTS CLEFS

Pétaloïdie, mâles stériles, sélection, hybrides

RESUME

Sur la base de 17 descendants, des variantes morphologiques de l'expression de la pétaloïdie ont été examinées. Les observations ont donné une méthode permettant de différencier les plantes mâles stériles et les plantes mâles fertiles au stade bouton. Trois différents types de pétaloïdie ont été observés : le type pur pétaloïde, le type cuillère et le type anthère. On constate des différences significatives entre les descendants de la F1, en ce qui concerne le pourcentage des trois types (grande hétérogénéité de résultats au sein des 3 types). Les descendants ayant un fort pourcentage de plantes du type pur pétaloïde restent stériles à des températures élevées sous serre, tandis que ceux ayant un fort pourcentage des types cuillère et anthère produisent des ombelles fertiles plus souvent sous serre qu'en plein champ.

CITATIONS / DEFINITION

« One type of male sterility in carrots is expressed as the change of anthers to petaloid structures. »

“The analysis of variance shows (...) that there is a relation between percentage of spoon and anther types within a progeny and its behaviour in the glasshouse. “

« (...) due to the environmental influence on the expression of petaloidy as has also been reported by Ersa and Wallace (1969) and Nieuwhof (1975). (...) Nieuwhof (1975) found that temperature has a strong influence on the expression of male sterility in carrots. »

COMMENTAIRES PERSONNELS

Fertilité inattendue pouvant apparaitre au champ ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1982 - E. H. Erickson, M.B. Garment, C. E. Peterson - Structure of Cytoplasmic Male-sterile and Fertile Carrot Flowers
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(4) p. 698-706.

MOTS CLEFS

Mâles stériles, anomalies des fleurs

RESUME

L'observation de fleurs de carottes au microscope électronique a montré que certains génotypes de mâles stériles portaient des anomalies florales pouvant provoquer une réduction de la pollinisation et de la production de graines. Les mâles stériles qui présentent ces anomalies sont destinés à produire 3 générations de cultivars hybrides : les anomalies peuvent être transmises fréquemment à ces descendances.

De plus, elles affectent probablement l'activité des insectes pollinisateurs. En effet, les différences sont suffisamment grandes entre les lignées mâles et femelles pour que les abeilles ne deviennent fidèles qu'à une seule lignée. De ce fait, les abeilles ne butinent pas au hasard, et le pollen est rarement transporté de mâle à femelle. Dans les hybrides, les fleurs peuvent avoir une apparence différente, produire peu de nectar et peu d'arôme, et par conséquent, attirer beaucoup moins les pollinisateurs.

Les fleurs de 7 mâles stériles furent sélectionnées et préparées via divers bains d'alcool et de phosphate en vue d'une observation au microscope électronique. Bien que les phénotypes de pétaloïdes verts peuvent sembler normaux (Fig. 5A), la plupart de ceux étudiés ont une certaine déviance morphologique. Les anomalies étaient soit des déformations et dédoublements d'un carpelle (Fig. 5B) à plusieurs carpelles torsadés et entourés par plusieurs structures pétaloïdes (Fig.5C.D).

Ces anomalies ont été trouvées dans un grand nombre de fleurs étudiées, et semblent plus fréquentes dans les lignées très pures. Elles devraient être éliminées des lignées parents afin d'améliorer la qualité de la semence obtenue.

CITATIONS / DEFINITION

« Frequently, inherited CMS (carrot male-sterile) abnormalities are manifested in FI hybrids intended for use as seed parents in producing 3-way hybrid cultivars. As a result, insect pollinator activity, principally that of honey bees, is affected. »

“Although green petaloid phenotypes may appear normal (Fig. 5A), most of those studied had some morphological deviation; for many, this was extreme (Figs. 5C,D; 6A,8). No non-petaloid green phenotype was seen. Abnormalities ranged from twinning of a single carpel (Fig. 5B) to multiple carpels twisted together and surrounded by several convoluted petaloid structures (Fig. 5C,D), each attached to a base of nectariferous tissue. “

“The nectary in the most abnormal flower types is shrunken, and the nectar pores that normally are nearly closed are open, exposing the stomata below (Fig. 6D). The nectaries of male steriles appear smaller than those of normal fertiles (Fig. 2B ; 4A; 5A). “

“Moreover, subtle differences in the texture of the nectary surface and appearance of the nectar pores suggest that this tissue in most male steriles is not normally developed and therefore secretes little, if any, nectar (compare Fig. 20 and 6D)”

“Three pairs of reciprocally crossed inbred lines were examined. Little morphological deviation was apparent between reciprocals although there again seemed to be some

tendency for green phenotypes to be more abnormal than whites. Reciprocal crossing did occasionally produce lines of 2 distinct corolla colorations.”

“Many of the abnormalities observed would be expected to diminish insect pollinator foraging activity and thus pollination. This is based on existing knowledge of pollinator behaviour. These abnormalities were encountered frequently in the range of carrot flowers studied and seemed to be most evident in highly inbred lines. For dependable and uniform seed set, certain of these abnormalities must be eliminated from hybrid carrot seed parents.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

Problématique très intéressante concernant la qualité des variétés et des graines parents. Possibilité de comparer la pollinisation et les rendements entre hybrides et pop. Analyses de fleurs en labo pour détecter les anomalies, et étudier leur impact sur la production de graines ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1984 – J.G. Atherton, E.A. Basher, J.L. Brewster - The effects of photoperiod on flowering in carrot
Journal of Horticultural Science 59(2) 213-215

MOTS CLEFS

Poids sec et frais, photopériode, conservation au froid

RESUME

Des traitements au froid (11-12 semaines à 5°C) appliqués sur des plants de carotte Chantenay cœur-rouge maintenus dans des conditions d'obscurité ou de photopériode inférieure à 12h ont provoqué une floraison plus rapide et prolifique que pour de plus longues durées de photopériode. A la fin du traitement au froid, la surface foliaire, les poids frais et secs sont plus importants sur les plants ayant reçu une plus longue photopériode. Les plants refroidis ré-exposés à une longue photopériode (16h) et sous serre (T°C chaude) ont fleuri, alors que les plants ré-exposés à une courte photopériode (8h) et pour les mêmes conditions sous serre sont restés végétatifs.

Ce dernier résultat est en contradiction avec les observations de Sakr & Thompson (1942), Dickson & Peterson (1958) et Hiller & Kelly (1979). Selon les auteurs, cela vient probablement du fait que les plants étudiés sont plus âgés et développés dans ces dernières études.

CITATIONS / DEFINITION

"These experiments have shown that photoperiod during and after chilling has a considerable effect on the flowering response of carrots to chilling."

COMMENTAIRES PERSONNELS

L'expérience est intéressante mais comme dit précédemment une partie des résultats est en contradiction avec d'autres études. Comment se servir de cette expérimentation pour notre problématique, notamment en conditions de croissance de nos carottes en plein champ ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1985 - D. Gray, J.R.A. Steckel - Variation in flowering as a factor influencing variability in seedling size in the subsequent carrot (*Daucus carota* L.) crop
Journal of Horticultural Science 60 (1) 77-81

MOTS CLEFS

Floraison des ombelles primaires, densité, semis, implantation

RESUME

Étude sur 3 saisons de culture pour voir les effets de la différence de floraison des ombelles primaires (OI), de la densité de plantes et du poids de racine de carotte « steckling[1] » sur la variabilité des semis ultérieurs (Chantenay Royale).

Une augmentation dans la période de floraison de 0 à 19 jours augmente la plage temporelle d'émergence.

Augmenter la densité de plantes augmente la plage temporelle de floraison (PTF) des OI sur 2 des 3 saisons. On s'attendrait à avoir une réduction du coefficient de variation (CV) du poids des semis parce qu'en augmentant la densité on devrait diminuer la production de branches latérales, mais en réalité cette réduction du CV attendue est compensée par l'augmentation de la PTF qui joue elle-même sur la plage temporelle d'initiation de la croissance embryonnaire.

De ce fait, les graines ayant des embryons de tailles variables (ce qui donne de plus grandes variations de la taille des semis) devraient être produites à partir de parcelles où chaque plante a fleuri sur une longue période. Un délai de la récolte pourrait réduire cette variabilité, mais les résultats de l'étude n'ont pas confirmé cette hypothèse.

Les différences de durée d'émergence et du CV du poids des semis entre les saisons sont positivement associées avec les différences de plage temporelle de floraison, les 2 étant reliées négativement à la T°C de l'air pendant la floraison. Plus la T°C est basse pendant la floraison, plus la variation de la taille des semis utilisés pour la culture suivante sera importante.

CITATIONS / DEFINITION

"As seeds on secondary umbels on the lateral branches of carrots mature later than those on primary umbels, increasing the seed-crop plant density to reduce the number of lateral branches should reduce variability in plant size originating from the source of seed (Gray and Steckel, 1983a), but in a series of experiments made to examine this, the effects were smaller than expected and varied from year to year (Gray and Steckel, 1983b)."

" (...) an increasing number of seed crops are being grown by the seed-to-seed method (...). Unless care is taken to produce good seed-bed conditions coupled with uniform depths of seed placement, very high levels of root weight variation can be produced."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Comprendre le résumé en anglais de l'article relève de l'épreuve de force. Les explications des résultats obtenus sont assez confuses.

Il en ressort tout de même que la variabilité observée sur différents caractères des semis d'une culture peuvent être la conséquence directe des conditions de production de ces derniers (c'est-à-dire sur la « culture mère » : densité de plantes, période de floraison, période d'embryogénèse, etc.).

[1] Steckling : a small late-planted plant of a biennial root crop that is usually dug and stored over winter and replanted the next season for seed production. Principe de la méthode "root-to-seed" (<http://www.seedsave.org/issi/904/headings.html>), en opposition à la « seed-to-seed ».

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison, généralités

REFERENCE DE L'ARTICLE

1985 - L.K. Hiller, W.C. Kelly - *Daucus carota*
CRC Handbook of flowering

MOTS CLEFS

Morphologie, température, photopériode

RESUME

Chapitre du Handbook of flowering.

Généralités :

Méthodes root-to-seed et seed-to-seed

Morphologie apicale et florale :

Le 1^{er} stade de la différenciation florale débute après que le développement de la 1^{ère} tige ait commencé. Les 1^{ères} tiges, après un traitement à l'acide gibbérellique, peuvent avoir une meilleure croissance.

La floraison s'étale sur 4 à 6 semaines.

Fécondation = juste avant chute des pétales. Normalement, l'intervalle de fécondation entre OI et OII = 10 jours et entre OII et OIII = 20j.

Le nombre de fleurs mâles est négligeable sur les OI et augmente avec le numéro d'ordre d'ombelle.

On a 2 types de stérilité mâle : brown ou anthères étalées, et pétaloïde.

Les facteurs environnementaux influencent fortement l'expression de la stérilité mâle.

Juvenilité :

Une méthode d'évaluation pour déterminer si des carottes sont potentiellement aptes à produire des semences trop précoces passe par une période de 650 heures (27j) en dessous de 10°C pendant les 2 premiers mois après la germination.

Effet de la T°C :

La vernalisation (dont la durée influe sur la rapidité du développement reproductif) est obligatoire pour induire le développement du stade reproductif.

Photopériode :

Ne semble pas jouer de rôle dans la floraison ou le développement végétatif post vernalisation.

Régulateurs de croissance :

L'effet de l'acide gibbérellique a une certaine efficacité sur l'induction de la floraison mais à des quantités très importantes. Autrement son effet est restreint.

CITATIONS / DEFINITION

"However, plants from small stecklings (<12 mm diameter) flowered 3 weeks and ripened a month later than plants from large stecklings (>50 mm diameter)."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ce n'est pas une étude en soi, juste un résumé des connaissances sur la carotte en 1985 avec des résultats d'expérimentations provenant d'autres études pour compléter les infos données.

Il faut donc lire l'article en entier pour bien resituer les infos qui sont fournies, mais qui sont connues de toute façon...

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1990 - S.B. Andersen, I. Christiansen, B. Farestveit - In Vitro Production of Haploids and Field Trials
Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 12, p.393- 402

MOTS CLEFS

Culture d'anthers, production de lignées pures, haploïdes

RESUME

Le développement des variétés hybrides a été très positif pour la production et la commercialisation de carottes stables et de qualité. Cependant la production des nouvelles lignées pures est technique, lente (cycles longs de la carotte) mais aussi consommatrice de ressources et d'espace (besoin d'isolement). Ces lignées ne sont conservées que pour 3 à 4 générations.

L'expérimentation exposée ici a été menée pour tenter de produire des carottes haploïdes au moyen de cultures d'anthers, durant plusieurs années.

CITATIONS / DEFINITION

« The methods used here, however, need improvements in two main directions. The anther culture method should be improved to reduce the amount of labor, and safe and easy methods are needed to clarify the origin of non-haploid plants obtained. »

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ce texte concerne la production des lignées pures, en laboratoire, à l'aide de cultures d'anthers (à un stade expérimental). Cette méthode s'est-elle développée à travers le monde ? Quel en est le coût, quels en sont les avantages (économiques, agronomiques, qualité des plants et des lignées...) ?

Va-t-on faire des recherches du côté de la génétique, de la production des lignées pures, et des créations variétales ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1990 – J. Caignon, J.G. Atherton, E.A. Basher - Flowering and bolting in carrot. I. Juvenility, cardinal temperatures and thermal times for vernalization
Journal of Horticultural Science, 65, (4) 423-429

MOTS CLEFS

Vernalisation, T°C

RESUME

Cet article s'intéresse à la vernalisation de la carotte. La température de base pour la vernalisation de la carotte est de -1°C ; l'optimum : 6,5°C et le maximum : 16°C pas de floraison en dehors de -1 et 16 °C pour la vernalisation

Les plantes doivent avoir dépassé le stade 8-12 pour ne plus être juvénile et pouvoir recevoir les effets de la vernalisation (soit plus de 6 -10 semaines) ou à 756°C J à une température de base de 0°C après semis

Le temps thermique minimal pour la montaison et la floraison est de 126°C et le minimum pour avoir 90% de montaison et de floraison 336°C

Plus le temps d'exposition aux températures vernalisantes est grand plus le nombre de feuille baisse nécessaires à la vernalisation est faible.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1990 – J. Craignon, J.G. Atherton, E.A. Basher - Flowering and bolting in carrot. II. Prediction in growth room, glasshouse and field environments
Journal of Horticultural Science, 65, (5) 547-554

MOTS CLEFS

Montaison, T°C, vernalisation

RESUME

La floraison et la montaison des carottes sont directement liées au temps thermique. Le modèle établi dans cette étude prédit de façon précise la réponse des carottes à différentes temps et température de vernalisation. Le temps pris entre la fin de la vernalisation et la montaison/floraison décroît avec l'augmentation du temps thermique de vernalisation, particulièrement entre 100 °C et 400 °CJ. Au-delà de 400°CJ la vernalisation a peu d'effet.

La baisse du temps entre la fin de vernalisation et la montaison/floraison est plus forte quand le temps thermique de vernalisation se situe entre 200 et 350 °C

La carotte est différente du blé car il n'y pas de plateau optimal de vernalisation, la courbe en forme de triangle

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Dans cet article on trouve la formule de calcul des températures de vernalisation effectives
Limite de cette étude, pas de prise en compte du photopériodisme

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1994 – G.M. Dias-Tagliacozzo, I.F.M. Valio - Effect of vernalization on flowering of *Daucus carota* (CVS. Nantes and Brasilia)
R. Bras. Fisiol. Veg., 6(1):71-73

MOTS CLEFS

Vernalisation, photopériode

RESUME

L'étude porte sur la floraison de 2 variétés de carottes, Nantes et Brasilia, pendant le développement de la racine tubéreuse soumise à différentes périodes de vernalisation. La Nantaise requiert une plus longue période de vernalisation pour fleurir que la Brasilia. Trois mois associés à une longue photopériode (18h) améliorent une floraison précoce, en comparaison de 1 et 2 mois de vernalisation pour 12 et 18h de photopériode. Pour la Brasilia, 5 jours suffisent pour déclencher la floraison même si un plus grand nombre de plantes en fleurs apparaissent pour 30 j de vernalisation.

CITATIONS / DEFINITION

"Many species do not respond to induction before a minimum of vegetative growth, and such a period is considered as the juvenile stage. Krishnamoorthy (1975) and Rappaport & Bonner (1960) consider the juvenile stage of carrot as the period before the root reaches 10 mm in diameter."

"The cv. Brasília is much less dependent on vernalization than cv. Nantes. Probably this difference is due to the fact that cv. Nantes is an European cv. And cv. Brasília is a cross-bred Brazilian cv., better adapted to a less rigorous winter."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Brève étude sur la vernalisation de 2 variétés dont la Nantaise qui nous intéresse dans notre problématique.

Les conditions sous lesquelles les carottes PG passent l'hiver sont évidemment très importantes et déterminent la reprise végétative à la fin de l'hiver et la floraison à la fin du printemps.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1999 - B. Linke, T. Nothnagel, T. Borner - Morphological characterization of modified flower morphology of three novel alloplasmic male sterile carrot sources
Plant Breeding 118, 543-548 (1999)

MOTS CLEFS

Morphologie florale, hybrides, CMS, étamines

RESUME

3 nouvelles sources de CMS sur carotte sont caractérisées par des phénotypes à fleurs modifiées. Les fleurs sont classées en sous-types au regard de modifications des étamines. L'anatomie de la fleur est observée au microscope afin de décrire les modifications au niveau de l'organe et pour définir le moment où la morphologie commence à changer. Les premiers stades du développement floral ont été spécifiés sur des fleurs mâles fertiles de carotte cultivée et comparés aux stades correspondants des nouveaux types CMS trouvés. Le début de l'organo-génèse est identique chez les différents types CMS et correspond à celui de fleurs non modifiées. La morphologie des étamines, et parfois des pétales, devient différent chez les fleurs CMS durant le début de la différenciation des organes. Pour chaque type CMS, le cytoplasme semble influencer l'organogénèse de manière spécifique. Bien que l'homéose[1] soit considérée comme étant contrôlée exclusivement par des gènes spécifiques, un rôle de facteurs cytoplasmiques est suggéré.

CITATIONS / DEFINITION

"In the 'brown anther' CMS type (Welch and Grimball 1947, Banga et al. 1964) stamen development is affected late during anthesis. Filaments remain unrolled and anthers are brown and shrivelled (Struckmeyer and Simon 1986). Plants of the 'petaloid' CMS type show modified flower morphology of petals and stamens (Eisa and Wallace 1969, Straub 1971, Chada and Frese 1981)."

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

[1] apparition d'un organe bien formé mais situé à un endroit anormal

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison, attractivité, pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2000 - E. Lamborn, J. Ollerton - Experimental assessment of the functional morphology of inflorescences of *Daucus carota* (Apiaceae): testing the 'fly catcher effect'
Functional Ecology 2000 14, 445–454

MOTS CLEFS

Dark central floret, pollinisateurs, rôle évolutif

RESUME

Etude de 2 ans en Angleterre sur carotte sauvage, afin d'observer si oui ou non les « Dark Central Florets » (DCF) jouent un rôle dans la pollinisation.

Plusieurs études ont été menées sur ce thème, mais les résultats diffèrent.

Les auteurs ont voulu déterminer :

- quels étaient les principaux pollinisateurs (en Angleterre) de la carotte et savoir si leur abondance variait d'une année à l'autre.

- tester le rôle des DCF dans la pollinisation, tester le « fly catcher effect » décrit par Eisikowitch (cf partie CITATIONS / DEFINITION).

Le protocole est : enlever le DCF et/ou rajouter un petit carré de noir (substitut) ou de blanc (témoin), seulement sur les ombelles primaires. Des observations d'insectes se posant sur les ombelles choisies ont lieu toutes les heures pendant 5 jours. A maturité des plantes, les ombelles sont récoltées pour observer le rendement. Enfin, un échantillon des insectes observés les plus communs est prélevé et le pollen transporté est récupéré.

Au final, 20 espèces d'insectes ont été observées et des variations d'abondance entre les 2 années d'échantillonnage ont été décelées. Un index d'efficacité de pollinisation a été calculé en fonction de la quantité de pollen récoltée et du taux de visite sur les ombelles.

Le « fly catcher effect » n'a pas été démontré par l'expérience mise en place, pas plus que le rôle des DCF dans la pollinisation, mais les résultats sont \pm « non significatifs » en fonction des espèces d'insectes étudiées.

Les auteurs pensent qu'un bon rendement est surtout lié à la visite de certains groupes clés de pollinisateurs et pas uniquement à un taux de visite élevé d'insectes en général.

Si l'étude n'a pas montré de significativité des DCF, des hypothèses quant à leur rôle peuvent être émises :

- perte d'une fonction ancienne, sans contre sélection
- fonction impliquée dans un autre processus que la pollinisation, à déterminer

CITATIONS / DEFINITION

"Eisikowitch (1980) found house flies *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) more attracted to those umbels with dark spots. He suggested that a fly catcher effect operates, based on his observation that the number of flies attracted to white circles increased proportionally as dead flies were added to them."

"The visitors varied considerably in their abundances and, based on this, we grouped the visitors into six categories of varying taxonomic breadth: Diptera [true flies excluding hoverflies (Syrphidae)]; Syrphidae (hoverflies); Parasitica (Hymenoptera families such as Ichneumonidae, which are largely parasitic on other insects or plant tissue); a sawfly *Tenthredo* sp. (Hymenoptera: Symphyta, Tenthredinidae); a Soldier Beetle *Rhagonycha fulva* (Coleoptera: Cantharidae); and finally, total insects, which included all of the above plus the other taxa that were individually too few to allow their own categories."

“However, all work to date on *D. carota* has shown it to be pollinated by a taxonomically wide range of species, including beetles, hoverflies, bees, wasps and flies.”

“Insects visit the umbels for different reasons: to feed on nectar or pollen; to locate mates; to hunt prey. If, for example, the movement of prey species between umbels is further and more frequent when predators are abundant, and this in turn is mediated by the dark central floret, then there may be an out-crossing advantage to possessing the floret rather than an advantage of increased fruit set.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

Comme pour l'article de Goulson & al, les quelques études portant sur ce sujet donnent des résultats assez différents les uns des autres, mais les DCF sont peut-être une piste intéressante à évaluer dans notre problématique.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison, pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2000 - V.K. Pandita, S. Nagarajan - Relationship of flower and seed umbel shape and their effect on seed quality of asiatic carrot
Seed Research, 28, 2, 207-211

MOTS CLEFS

Formes d'ombelles, germination, morphologie florale

RESUME

Etude indienne de 2 ans portant sur les différentes formes que peuvent avoir les ombelles. La variété utilisée est la Pusa Kesar, la carotte asiatique. Il existe très peu d'études s'intéressant à l'effet de la forme des ombelles sur le rendement et la qualité des graines. Trois formes d'ombelles sont distinguées à la floraison : bell (B), semi-bell (sB) et flat (F). Trois autres formes sont définies à maturité : open (=flat) (Op), cup (C) et closed (Cl). Sur les ombelles primaires (OI) et sur les OII, le pourcentage des différentes formes est calculé et trois caractères liés à la qualité des semences sont observés (% de germination, taux d'humidité et conductivité des lixiviats[1]). Un indice de vigueur et la surface d'ombelle des différentes formes sont aussi calculés.

Sur OI :

Les B ne donnent pas de Cl. Elles donnent plus largement des Op.

Au contraire, les F donnent en plus grand nombre des Cl.

Les sB, donnent une répartition à peu près équilibrée entre les 3 formes Op, C et Cl.

La distribution générale (moyenne totale B, sB, F) donne approximativement : O=40%, C=20% et Cl=20%.

Sur OII :

La distribution des formes n'est pas aussi définie que sur les OI : les B produisent un peu plus de C, les sB et F un peu plus de Cl.

La distribution générale (moyenne totale B, sB, F) donne approximativement : O=20%, C=20% et Cl=40%.

La surface d'ombelle calculée est : B=149,4±8,2 cm² ; sB=74,1±4,1 cm² ; F=45,1±8,2 cm². Les auteurs supposent que la différence entre ces surfaces peut jouer un rôle dans l'attraction des pollinisateurs et dans l'accumulation de matière sèche via la photosynthèse.

Rappel : Floraison : bell (B), semi-bell (sB), flat (F). Maturité : open (Op), cup (C), closed (Cl)

Quelque soit la forme des ombelles, les semences d'OI ont une meilleure germination, vigueur et poids que les OII.

Pour la 1ère année d'étude, il n'y a pas de différence significative de germination entre les formes O, C et Cl. Pour la 2nde année, par contre, les O ont significativement une meilleure germination.

Le taux d'humidité est un peu plus élevé chez les Cl et de manière générale plus chez les OII que chez les OI ce qui pourrait être dû à leur maturité plus tardive qui leur laissent moins le temps de sécher (selon les auteurs).

La forme O donnent de meilleurs résultats que les 2 autres types, ceci étant probablement dû au fait qu'elle est plus fréquemment induite par les formes B et sB qui présentent une plus large surface. Cette plus large surface est probablement importante en ce qui concerne la pollinisation, la mise en place des graines et leur séchage.

Cette forme O étant plus importante chez les OI que chez les OII, ceci expliquerait peut-être pourquoi la qualité des semences est meilleure chez les primaires.

CITATIONS / DEFINITION

"Better germination of seeds of primary umbels has been reported by many workers."

"Marwaha has classified umbels into two shapes (flat and cup) and found that the seeds of primary umbels of both shapes gave better germination and the seeds from flat type of umbels showed higher germination than cup shape but it was significant only for secondary order umbels."

"Steckel *et al.* have also found a negative correlation between seed germination and seed moisture in seeds harvested on several occasions which has been explained as due to immaturity of embryos."

COMMENTAIRES PERSONNELS

L'idée de départ de l'étude est très intéressante et les 1ers résultats sur la distribution des formes à floraison et maturité le sont aussi.

Par contre, l'interprétation des résultats par les auteurs en ce qui concerne la 2nde partie de l'expé est critiquable. Beaucoup de leurs conclusions se jouent parfois à des valeurs très proches qui ne semblent pas, d'un point de vue statistique, significativement différentes, voire à des valeurs contraires à leurs explications ! L'interprétation de plusieurs de leurs résultats ne semble donc pas pertinente.

La conclusion générale de leur étude en est l'illustration : "The study demonstrated the association between flower and seed umbel shape and its effect on subsequent seed quality in Asiatic carrot cv. Pusa Kesar.", alors qu'il faudrait sans doute plus de recherches sur ce thème.

Malgré tout, les différentes formes d'ombelles est un sujet qu'il pourrait être intéressant de traiter en ce qui concerne la problématique pollinisation.

[1] liquide résiduel qui provient de la percolation de l'eau à travers un matériau

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

2002 – E.U. Kozik, R. Nowak - Morphological features in petaloid cytoplasmic male-sterile lines of carrot (*Daucus carota* L.) in the vegetative phase
2002 VEGETABLE CROPS RESEARCH BULLETIN 56, p. 25 à 29

MOTS CLEFS

Phénotype, mâle stérile, traits morphologiques, création et sélection de variétés hybrides

RESUME

Le but de cette étude était d'évaluer la variabilité phénotypique de quatre lignées de mâles stériles pétaloïdes de carotte. Au cours des deux années d'expériences (2000 et 2001), plusieurs traits morphologiques (taille des racines et des feuilles, la longueur du pétiole, la division de la feuille, l'écorce et la couleur du noyau) et la gamme de diversité ont été établis.

Tous les traits analysés présentent des valeurs plus élevées (moyenne et plage) en 2001 qu'en 2000.

CITATIONS / DEFINITION

"The development of new hybrid carrots by traditional breeding is very difficult and time consuming because of long generation periods. An increasing demand for F1 hybrids characteristics accelerates the development of highly diversified cytoplasmic male sterile (CMS) lines and male fertile pollinators (Peterson & Simon 1986)."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Recherche concernant la production des mâles stériles (femelles) : qualité des plants, de la variété cultivée, qualité et stabilité morphologique, adaptabilité au climat français, compatibilité avec les mâles ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

2004 - A.A. Ghoname, W.A. El-Tohamy, S.D. Abou-Hussein - Effect of application method and concentrations of GA3 on flowering, seed yield and its quality of carrot under egyptian conditions

Annals Agric. Sci. Shams Univ., 49, 1, 253-269

MOTS CLEFS

Carotte type Chantenay Red Cored, Egypte, gibbérelline

RESUME

Etude conduite en 2001 et 2002 en Egypte sur des carottes PG type Chantenay Red Cored.

La carotte a besoin d'une période de vernalisation pour induire la floraison. Des études ont montré que l'application foliaire de gibbérelline pouvait remplacer le besoin en froid nécessaire aux carottes pour passer du stade végétatif au stade reproductif.

Traitements testés :

- Avant plantation, trempage des racines avec des gibbérellines à 3 concentrations (0, 200, 400 ppm)
- Application foliaire de gibbérelline (GA3) à 3 concentrations (0, 150, 200 ppm), 3 applications à 15 jours d'intervalles

L'application de GA3 pré et post plantation induit une floraison plus précoce pour toutes les concentrations testées

Pour la production de graines le meilleur traitement est 400 ppm pré-plantation puis 200 ppm post-plantation. Ce traitement diminue la durée de floraison, augmente la hauteur des plantes, le diamètre et poids des ombelles, le nombre d'ombelle par plante, le rendement grainier issu des ordres d'ombelles I, II et III, la vitesse et le pourcentage de germination, la longueur de l'embryon et enfin le poids de semences fraîches et sèches.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Application foliaire de gibbérelline en France ?

Autres références sur l'application de GA3 à rechercher

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 – M.S. Alessandro, C.R. Galmarini - Inheritance of Vernalization Requirement in Carrot
J. AMER. SOC. HORT. SCI. 132(4):525–529.

MOTS CLEFS

Vernalisation, Croisement plantes bisannuel/ annuel, gène dominant

RESUME

La période de juvénilité de la carotte s'achève quand la carotte possède 8 à 12 feuilles et que la racine principale à un diamètre de 4 à 8 mm, après la période de vernalisation à une température de 0 à 10 °C et des longs jours, les tiges s'allongent et l'induction florale a lieu.

Les besoins en vernalisation sont variables en fonction des cultivars, les besoins sont compris entre 1 et 12 semaines de froid. Il existe également des températures de vernalisation entre les différents cultivars. Des croisements entre des plantes mâles fertiles annuelles (originaires de cultivars sauvages argentins) et des plantes mâles stériles bisannuelles ont été effectués afin d'évaluer comment se transmet de génération en génération le caractère de besoin en vernalisation. Les graines ont été de plus semées à des dates différentes. Une évaluation hebdomadaire générale des plantes a été menée. A six stades précis, on a relevé la date à laquelle ce stade a été atteint. Ensuite les semaines nécessaires pour la réalisation de l'élongation inter nœud, de l'apparition du primordia et de la floraison ont été calculées. Les graines obtenues ont été semées l'année suivante et évaluées sur les mêmes critères que la première année.

Les hybrides F1 obtenus ont tous fleurit de façon identique aux parents annuels, la seconde année les F2 ont de nouveau fleurit de façon identique aux plantes annuelles à 88%. Ces résultats laissent penser à une dominance du gène floraison précoce.

CITATIONS/DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Floraison, Attractivité

REFERENCE DE L'ARTICLE

2009 – D. Goulson, K. Mcguire, E.E. Munro, S. Adamson, L. Colliar, K.J. Park, M.C. Tinsley, A.S. Gilburn - Functional significance of the dark central floret of *Daucus carota* (Apiaceae) L.; is it an insect mimic?

Plant Species Biology 24, 77–82

MOTS CLEFS

Dark central floret, *Anthrenus verbasci*, caractère évolutif, morphologie de l'inflorescence

RESUME

Chez *Daucus carota* (forme sauvage), les fleurs (en nombre variable[1]) de l'ombellule centrale peuvent avoir une couleur variant du rose au violet foncé, couleur contrastant avec les autres fleurs (blanches) de l'ombelle. Deux hypothèses sur leur rôle s'opposent :

- mimétisme entomologique, ou simplement contraste sombre/blanc (cf. partie CITATIONS / DEFINITION), dans le but d'attirer les insectes
- perte évolutive de la fonction

Le site de l'étude est au Portugal et son objectif est de voir si ces fleurs, les « dark central florets » (DCF) attirent de manière plus significative les insectes. Le principal insecte ayant été observé est un petit coléoptère, *Anthrenus verbasci*, qui a la même taille et « forme » qu'une fleur.

Dans cette étude, les grandes ombelles et celles ayant plus de DCF attirent plus d'*A. verbasci* que les petites ombelles et celles n'ayant pas ou peu de DCF.

Les ombelles où les DCF ont été remplacées par 1 ou un groupe de 5 *A. verbasci* tués par congélation ont attiré plus de ces coléoptères que les ombelles où les DCF ont été totalement supprimées.

Le remplacement des DCF par un plus gros coléoptère entraîne une attraction moindre des *A. verbasci*.

La conclusion de l'étude est que les DCF peuvent servir à attirer certains groupes d'insectes en mimant leur habitus et qu'elles ont donc un rôle évolutif encore fonctionnel.

Cependant, les auteurs émettent des réserves sur leurs résultats car ils n'ont qu'un seul site d'étude et sur une période d'un mois (juin 2006) (cf. partie CITATIONS / DEFINITION). Ainsi, la valeur adaptative de certains caractères peut varier, pour une même espèce, en fonction du site d'étude et des éléments liés à ce site (facteurs biotiques et abiotiques qui vont caractériser l'écosystème et son fonctionnement).

[1] Moy DCF par ombelle pour cette étude = $3,25 \pm 1,7$; n = 100

CITATIONS / DEFINITION

“Using cage experiments, Eisikowitch (1980) demonstrated that inflorescences with dark florets attracted more *Musca domestica* (Diptera) (i.e. more *M. domestica* landed on them) than inflorescences with no dark florets, and *M. domestica* are known to be attracted to black spots painted onto a contrasting pale background (Chapman et al. 1999). Similarly, the attraction of various fly species to dark spots on flowers has been recorded in a range of other plants (Dodson 1962; McDonald & van der Walt 1992; Johnson & Midgley 1997). Westmoreland and Muntan (1996) experimentally removed the dark florets from inflorescences of *D. carota* at sites in eastern USA (where *D. carota* is naturalized) and found that this reduced visitation by Syrphidae and mordelid beetles, but that the responses of

other insect groups varied between sites. Most recently, Lamborn and Ollerton (2000) experimentally manipulated inflorescences in the UK, but found no consistent effect on insect visitation or fruit set."

"It must be noted that the present study provides only a snapshot of the insect visitors to *D. carota* at one place and time, and visitations are highly likely to differ between sites, at different times of the season, and from year to year. In addition, we did not assess the efficacy of *A. verbasci* as a pollinator; it would greatly aid the interpretation of the present study if further work were to evaluate the relative importance of different pollinating organisms in *D. carota*."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Les DCF sont peut-être une piste intéressante à évaluer dans la problématique pollinisation. Cependant, sur les variétés de carottes porte-graine, il ne semble plus y avoir ce caractère morphologique.

Les quelques études portant sur ce sujet donnent des résultats assez différents les uns des autres.

Se reporter aux travaux listés ci-dessous (liste non exhaustive) :

Posters :

Pollination ecology of Queen Anne's Lace (Apiaceae: *Daucus carota*)

Adam Jewiss-Gaines, Fiona F. Hunter

Does colour of the central floret in Queen Anne's Lace umbels affect the types of pollinators attracted to them?

Fiona Hunter, Donnie Aedy

Articles :

Experimental assessment of the functional morphology of inflorescences of *Daucus carota* (Apiaceae): testing the 'fly catcher effect'

E. Lamborn, J. Ollerton, 2000

The influence of Dark Central Florets on insect attraction and fruit production in Queen Anne's Lace (*Daucus carota* L.)

David Westmoreland, Chad Muntan, 1996

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison, Morphologie florale

REFERENCE DE L'ARTICLE

2010 – B. Dyki, R. Nowak, A. Stepowska - The influence of flower structures on the seeds productivity of the carrot breeding lines
Vegetable Crops Research Bulletin 2010 Vol. 72 pp. 5-13

MOTS CLEFS

Anormalités morphologiques, mâles stériles, mâles fertiles, réceptivité au pollen

RESUME

L'étude vise à examiner la diversité morphologique des fleurs de mâles stériles (cytoplasmatic male-sterility : CMS) et de mâles fertiles des lignées de croisement et son influence sur la mise en place des graines.

Chez les CMS les étamines sont transformées en structures pétaloïdes de différentes formes. Il a été observé que dans certaines structures de type anthère le tissu sporogénique dégénère. On suppose que la chute de la productivité des graines issues de lignées de croisement pourrait être causée par des anomalies des « fleurs parentales » de la mère et du père.

La dégénérescence du pollen, l'absence de l'endothecium (responsable de l'ouverture des anthères et de la croissance des tubes polliniques sur la face externe du pistil) diminuant la quantité de pollen fonctionnel influence négativement la fécondation. De plus, d'autres traits spécifiques des plants mères CMS comme la réduction de la taille des nectaires (glandes nectarifères), la déformation des pistils, la dégénérescence de l'ovule et de l'embryon inhibent aussi le processus de mise en place de la graine. La plus petite quantité de graines produit des plantes avec de multiples déformations du stigmate (extrémité réceptrice du pollen) des pistils et des nectaires.

Les CMS avec des pétales blancs, de gros nectaires, des styles apparents avec un stigmate sphérique, des pistils doubles et de gros ovaires pourraient être plus attractifs pour les pollinisateurs et ainsi produire plus de graines que les autres plantes.

CITATIONS / DEFINITION

"The populations obtained in our study showed (...) Some inflorescences developed a single purple florets containing complete petaloid and spoon-shaped petaloids."

> Le Dark Central Floret ? *cf. études Goulson&al 2009, Lamborn&al 2000.*

"Kozik & Nowak (2002, 2003) and Dyki et al. (2007) reported that selection of carrot plants with flowers possessing positive traits and diversity of colour and morphology increased possibility to select the most attractive flowers for pollinators."

"Flower abnormalities observed in pairs of hybridized partners could be also a cause of pollination and fertilization disorders, which finally result in lower number of seeds."

"Finally, destructive changes of ovary tissues, which were observed in both mother and father plants, may induce reduction of the number of seeds."

"Differences in the average amount of seeds per plant were associated with the amount of flowers representing individual line. However, pollen ability to germinate on the style surface of mother components depends on receptivity of stigmas. In the consequence, sometimes the lack of pollen tubes growth inside styles were not observed after pollination. This could be explained by not favourable thermal and humidity conditions."

"At abundant pollination it was found that pollen grains germinated not only on stigma but also on the nectaries surfaces. Some parts of pollen grains germinated penetrating internal

tissues of styles. On the contrary there were visible long, drying up pollen tubes on the external surface as well. Pollination and fertilization (*fécondation*) decide for seeds settings and disorders of these processes led to degeneration of ovules (before fertilization) and embryos (after fertilization), which may explain necrotic tissues inside weakly developed ovary.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

Qu'en est-il réellement de la morphologie des fleurs de carottes PG actuellement utilisées par les semenciers ? Il y a-t-il des problèmes, des anomalies au niveau des appareils reproducteurs des plantes au champ ? De ce fait la pollinisation et donc la fécondation ne se fait peut-être pas correctement à cause de ces types d'anomalies présentées dans l'étude. Cependant, cela n'explique pas tout car il y a des différences de rendement et/ou germination importantes entre des parcelles qui ont reçues les mêmes semences.

Peut-être faudrait-il monter un protocole où l'on observerait simplement la morphologie des fleurs de plantes prélevées sur nos parcelles de suivis ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison, Attractivité, Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – A. Jewiss-Gaines, F.F. Hunter - Pollination ecology of Queen Anne's Lace (Apiaceae: *Daucus carota*)
Poster colloque

MOTS CLEFS

Dark Central Floret (DCF) (*Cf. FL Goulson 2009 et Lamborn 2000*), pollinisateurs, caractère évolutif

RESUME

Rôle du DCF, voir partie Citations/Définitions + Goulson 2009, Lamborn 2000 et le poster de Aedy.

Dans cette étude canadienne (Ontario), 3 modalités sont utilisées sur des carottes sauvages (Queen Anne's Lace) : (D) présence systématique du DCF, (W) absence systématique du DCF, (C) témoin avec plantes ayant DCF et d'autres non. La présence d'arthropodes est observée au moyen d'une caméra (photo toutes les minutes de 7h à 19h tous les jours) et des captures (ensachage d'ombelles et filet fauchoir) sont effectuées (à 10h et 15h).

Il n'y a pas de différences significatives dans le nombre d'arthropodes capturés entre les 3 modalités. Il n'y a pas non plus de différences en ce qui concerne les observations photographiques.

Les auteurs pensent que les résultats pourraient être plus concluants en distinguant les familles d'arthropodes échantillonnées. Certaines d'entre elles sont susceptibles d'être plus attirées par le DCF que d'autres.

Une technique plus ciblée que le filet fauchoir est aussi préconisée car le filet capture aussi des spécimens qui volent au dessus des ombelles sans forcément se poser sur celles-ci (donc attraction potentielle du DCF pas obligatoire).

CITATIONS / DEFINITION

"At the center of each umbel, florets can occur in two different forms: a white morph that is at level with the rest of the umbel; or a dark central floret which is frequently enlarged and raised, making it visually distinct from the rest of the flower. Darwin (1888) postulated that this floret is currently of no significant use to the plant and only occurs as a remnant structure from the species' prior lineage, when only the central floret was female and contained seeds. The function of the dark central floret was later investigated as a possible insect attractant by Westmoreland and Muntan (1996), and as an insect mimic by Goulson et al. (2009). Although Westmoreland and Muntan's study was largely inconclusive, Goulson et al. showed an increased number of *Anthrenus verbasci* (Coleoptera: Dermestidae) visiting umbels with dark central florets."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Voir commentaires sur les autres fiches de lectures (Goulson 2009, Lamborn 2000 et Aedy).

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Floraison, attractivité, pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2013 - S. Polte, K. Reinhold - The function of the wild carrot's dark central floret: attract, guide or deter?
Plant Species Biology (2013) 28, 81–86

MOTS CLEFS

Dark Central Floret, attractivité, galles

RESUME

Article sur le rôle encore inconnu du Dark Central Floret.

Les auteurs ont utilisé un système d'enregistrement vidéo pour évaluer le rôle du DCF en tant que signal « courte-distance » pour l'atterrissage des insectes sur les ombelles et pour analyser l'endroit, l'orientation et le temps de visite où se posent les insectes. Ces paramètres, tout comme l'attractivité vis-à-vis des insectes, ne changent pas que l'on ait présence ou pas du DCF. Aucune preuve du rôle du DCF n'a été trouvée en ce qui concerne la pollinisation.

Les ombelles avec un DCF sont, par contre, significativement moins parasitées par la cécidomyie *Kiefferia pericarpicola*. Les auteurs pensent que le DCF pourrait jouer un rôle dans la réduction du parasitisme en mimant la présence d'une galle sur l'ombelle.

CITATIONS / DEFINITION

« (...) we propose that the dark central floret might serve as a defense mechanism against herbivores. “

COMMENTAIRES PERSONNELS

Article à rattacher aux autres concernant le DCF. Une nouvelle hypothèse est émise dans cette étude (rôle dans l'herbivorie). La pollinisation n'entrerait pas en jeu.

FLORAISON : Synthèse bibliographique

La floraison de la carotte est complexe et est influencée par de nombreux facteurs. Les études s'intéressant à cette thématique portent principalement sur les caractères qui définissent le développement floral et sur les facteurs qui peuvent le modifier.

- **Développement floral**

- Biologie Florale et ordre d'ombelle

La carotte est protandre, les fleurs sont épigéniques et comprennent 5 petits sépales, 5 pétales, 5 étamines et 2 carpelles (Villeneuve, 1992).

Le développement floral est centripète avec un arrangement en spirale. Les premières fleurs matures sont celles qui se trouvent au bord extérieur des ombellules extérieures. De même, il y a un décalage de la floraison entre les différentes ombelles de la plante.

La floraison s'étale en général sur 4 à 6 semaines et, en moyenne, l'intervalle de fécondation entre les Ombelles I et les OII est égal à 10 jours et entre OII et OIII à 20 jours, selon Hiller & Kelly (1985).

En règle générale, il y a très peu de fleurs mâles dans les ombelles primaires. Plus l'ordre d'ombelle augmente, plus on observe des fleurs mâles (Braak & Kho, 1958 ; Hiller & Kelly, 1985). Le pourcentage de fleurs mâles serait déterminé génétiquement et influencé par les facteurs environnementaux (Braak & Kho, 1958).

- Fécondation

En ce qui concerne la fécondation, il est intéressant de noter que Lamborn et Ollerton en 2000, émettent l'hypothèse qu'un bon rendement serait surtout lié à la visite de certains groupes clés de pollinisateurs et pas uniquement à un taux de visite élevé d'insectes en général.

De même, Pandita et Nagarajan, toujours en 2000, pensent que la forme des ombelles pourrait jouer sur la pollinisation et donc sur le rendement et la germination.

- Génétique

Des anomalies florales peuvent-elles être à l'origine de problèmes de fécondation ? Quelques études basées sur des essais sur lignées mâles stériles et fertiles montrent que des déformations au niveau des organes floraux apparaissent.

Ainsi, Erickson et al., en 1982, précisent : *"Many of the abnormalities observed would be expected to diminish insect pollinator foraging activity and thus pollination. This is based on existing knowledge of pollinator behaviour. These abnormalities were encountered frequently in the range of carrot flowers studied and seemed to be most evident in highly inbred lines. For dependable and uniform seed set, certain of these abnormalities must be eliminated from hybrid carrot seed parents."*

De même que Dyki et al. en 2010 : *"Flower abnormalities observed in pairs of hybridized partners could be also a cause of pollination and fertilization disorders, which finally result in lower number of seeds."*

- Dark Central Floret

Le Dark Central Floret (DCF) est un sujet qui fait débat. Ce DCF se caractérise par un petit groupe de fleurs de couleurs plus foncées (mauve à rose) et parfois sur-élevées au centre de l'ombelle.

Plusieurs études ont été menées afin de savoir si ce caractère évolutif joue un quelconque rôle floral, en particulier en ce qui concerne la pollinisation. Les résultats sont assez divergents, au point qu'il est actuellement très difficile de tirer une ou des conclusions sur le DCF.

- **Facteurs jouant sur la floraison**

- Température et climat

La température est un facteur extrêmement important quelque soit le thème d'étude abordé et beaucoup d'expérimentations ont été menées en lien avec ce facteur.

Elle agit sur la croissance, la floraison, la qualité des ombelles (nombre d'ombellules et de fleurs). Par exemple, pendant le développement, on obtient plus d'ombelles mais de moins bonne qualité et une moins bonne fertilité des fleurs mâles si l'on a des températures trop élevées (Quagliotti, 1967).

De même et de manière plus générale, les conditions climatiques influencent fortement la viabilité des organes reproducteurs.

- Vernalisation et photopériode

La vernalisation (dont la durée influe sur la rapidité du développement reproductif) est un passage obligatoire pour induire le développement du stade reproductif. Les températures observées pendant et après la vernalisation sont très importantes (Hiller & Kelly, 1985 ; Craignon *et al.*, 1990 ; Alessandro & Galmarini, 2007).

La durée de la photopériode pourrait aussi avoir son importance, mais les résultats sont en contradiction sur ce point (Hiller & Kelly, 1979 ; Dias-Tagliacozzo & Valio, 1994).

De ce fait, les conditions sous lesquelles les carottes porte-graines passent l'hiver sont essentielles et déterminent fortement la reprise végétative à la fin de l'hiver et la floraison à la fin du printemps. Il est cependant difficile de proposer des valeurs générales (de T°C par exemple) par rapport aux études réalisées, car les résultats et les conditions d'expérimentations sont différents à chaque fois.

- Densité

Une augmentation de la densité permet de réduire le nombre de branches latérales. Mais la densité de plantes pourrait aussi agir sur la plage temporelle de floraison (Gray & Steckel, 1985). Si cette dernière augmente trop, le décalage dans la maturation des graines pourrait ainsi diminuer la qualité générale. Un délai de la récolte serait alors susceptible de réduire cette variabilité de maturation, mais les résultats n'ont pas confirmé cette hypothèse (Gray & Steckel, 1985).

GÉNÉRALITÉS

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Généralités

REFERENCE DE L'ARTICLE

1957 – O. Banga - Origin of the european cultivated carrot
Euphytica 6 54-63

MOTS CLEFS

Carotte

RESUME

Historique de la carotte et de ses origines.

Le genre *Daucus* contient de nombreuses espèces sauvages comme *Daucus maximus* et *gummiferi*.

A la différence de la majorité des plantes du genre *Daucus*, la carotte vient d'Afghanistan et a été apporté en Europe par les Arabes au moment de leur occupation de l'Espagne. Deux types de carottes existent alors la carotte rouge que les Hollandais par sélection rendront orange et la carotte jaune-verte peu voire pas consommé

Dans le cas de croisement sauvage/ cultivée, la racine sauvage est dominante.

La carotte a longtemps été une espèce d'hiver car la chaleur altérait le gout de sa racine.

Rappel sur l'Antiquité et le Moyen Age et démonstration que la carotte n'était pas consommée à cette époque.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Peu intéressant dans le cadre de l'étude

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Généralités

REFERENCE DE L'ARTICLE

1992 – F. Villeneuve - La carotte : Etat des connaissances
Ctifl ed 227 p

MOTS CLEFS

Carotte

RESUME

La carotte représente après la pomme de terre le principal "légumes racine" cultivé dans le monde

La carotte est largement utilisée à la fois pour le marché du frais, mais également pour l'industrie : fabrication de salade, soupe, appertisation, congélation, déshydratation ou fabrication de jus

Carotte anthocyanée (carotte de l'Est) / carotte orange ou blanche (riche en carotène carotte de l'ouest)

La carotte est une plante bisannuelle : la première année, elle produit une rosette de feuilles et des réserves carbonées situées dans la racine, la seconde année, elle utilise après la vernalisation ses réserves pour produire une hampe florale comprenant plusieurs ramifications de différents ordres et des ombelles. Cette année-là, la plante peut atteindre jusqu'à 1,5 m de hauteur

Typologie imperator: croissance 1cm/jour à 16°C

Typologie nantaise : 0,8 cm/jour à 14 °C

Les premiers organes à se développer sont les feuilles, durant cette croissance foliaire, alors que le nombre de racines latérale augmente, le diamètre de la racine principale ne bouge presque pas : il n'évolue d'au bout d'un mois.

Quand les feuilles ont atteint leur développement maximal, c'est la racine qui se développe au détriment des feuilles.

Tant qu'il y a des feuilles la racine continue à se développer

La tubérisation a lieu par le haut, chez le type nantais l'arrondissement à l'extrémité "boutage" a lieu dans les dernières semaines.

Composition de la racine : une zone très mince à l'extérieur, épiderme de la racine "péricycles" ; une zone intermédiaire constituée par le phloème, dénommée "chair de la carotte", un anneau mince constitué des assises génératrices qui forment le cambium, zone centrale = xylème de la racine = cœur de la racine

Montaison : tige (apex) 8mm ; bloque la croissance en épaisseur de la racine ; les deux phénomènes sont antagonistes.

Inflorescence : fleurs blanches regroupées en ombelles de 20 à 40 rayons grêles, arqués et convergeant à la maturité, la fleur centrale de l'ombelle est souvent purpurine et stériles, l'ombelle primaire = 1000 fleurs après plus l'on augmente d'ordre + le nombre de fleurs baisse.

Le développement floral est centripète avec un arrangement en spirale. Ainsi les premières fleurs matures sont celles qui se trouvent au bord extérieures des ombellules extérieures.

Décalage de jours de floraison entre les différentes ombelles, la contribution du rendement des différents ordres d'ombelles varie en fonction de la densité, ombelles I : 20 à 60 % du rend après triages ombelle II 40 à 80 %, III : 0 à 20 %

Les fleurs sont bisexuées mais parfois on trouve des fleurs mâles stériles (4% en omb. 2 et 50 % en omb. 3.) Le pollen issu des fleurs centrales d'une ombelle est plus abondant et fertile plus fréquemment que le pollen des fleurs périphériques (nair et Kapoor, 1973).

Le nombre de jours entre l'anthèse et la maturation des stigmates peut aller de 1 à 11 jours, cette espèce est allogame ses fleurs sont visitées par de nombreux insectes notamment les abeilles.

La carotte est protandre, les fleurs sont épigéniques et comprennent 5 petits sépales, 5 pétales, 5 étamines et 2 carpelles

Les rayons de l'ombelle sont hygroscopiques, ce qui fait qu'elle s'ouvre et se referme en fonction de l'humidité relative de l'air.

La production de graine d'une carotte varie entre 1000 et 40 000 graines, le rendement potentiel varie normalement de 11000 kg à 350 kg/ha en fonction de la variété.

Chaque carpelle porte 2 ovules dont un seul continue à se développer.

Le fruit est un akène qui tombe au sol à maturité, les côtés les plus saillants du fruit portent chacun 8 à 10 aiguillons, de chaque côté du fruit elliptique les deux côtés de grands aiguillons à alène.

Persillage : enlever les ornements des graines ensuite nettoyage précis : passage au séparateur, un cylindre alvéolaire et une table densimétrique (éliminer les déchets et adventices ; calibrage (tri en fonction de la largeur des graines (1,2 - 1,4; 1,4-1,6 ...)) ; graduage (longueur des graines)

Le type dominant en France est le type nantais qui correspond en fait à la variété "demi-longue nantaise améliorée", la carotte est une espèce diploïde $2 \times 9 = 18$ chromosomes

Pas de possibilité de recours à la castration recours à la CMS

Deux types de CMS : la forme anthères brunes (décrite par WELCH et GRIMBALL en 1947), les anthères sont ratatinées, à filet court et les pétales sont légèrement réduits et plissés, les cellules mères des grains de pollen dégénèrent au stade tétrade et les loges polliniques sont indéhiscents.

La forme pétaloïde trouvée par Munger en 1953 : les étamines sont transformées en pièces pétaloïdes, plus ou moins verdâtres d'où un double verticille de pseudo-pétales problème.

De temps en temps de restauration de la stérilité mâles notamment plus l'on augmente d'ordre d'ombelle et selon les origines des génotypes (ex : anthères brunes sur matériel américain et pétaloïdes matériel européen) .

La CMS est due à l'interaction des certains gènes avec un cytoplasme S de stérilité pour "anthère brune" = cytoplasme S + couple d'allèle *msa msa*; "pétaloïde" : S et gène *msp* (gène dominant)

Les cytoplasmes de stérilité anthères brunes et pétaloïdes sont différents : anthères brunes : Sa et pétaloïde Sp.

Les études sur la qualité des semences se sont développées depuis de nombreuses années, la plupart des facteurs qui ont pu être mis en évidence sont la densité des portes-graines, irrigation des portes graines, conditions climatiques, conditions de récoltes de séchage de stockage des semences

Pour le législation les lots doivent germer au moins à 65 %, pureté spécifique 98%, teneur en graines d'autres variétés ne dépassant pas 0,1 %, Test selon les normes ISTA

Etat sanitaire : maladie transmise par la semence virus (Motley dwarf (association de 2 virus : red leaf et mottle)) ; bactéries (*Xanthomonas campestris* pv *carotovora*, *Erwinia caratovora*), maladie fongique : *Alternaria dauci*, *Stemphyllium radicum*, *Cercosporae caratae*, *Septoria carotae*

Germination caractéristique : la semence de carotte est un akène albuminé, c'est un fruit sec comprenant la graine proprement dite, constitué d'une masse importante d'albumen et d'un embryon, entouré de téguments épais. Dans le cas de la carotte, les réserves séminales se trouvent à l'extérieur de l'embryon. La germination : phase d'activation métabolique qui se termine lors des premières divisions cellulaires dans l'embryon, celles-ci coïncident avec la percée des téguments par la radicule qui très peu de temps après apparaît à l'extérieur du péricarpe, la vitesse de germination est variable en fonction de la variété vitesse de germination = énergie germinative

Pas de relation entre le pourcentage de germination et le pourcentage d'émergence mais on peut parler de corrélation positive entre les deux.

Plus une graine a une énergie germinative forte moins elle est exposée au stress (parasite, excès d'eau)

Les semences de carotte n'ont pas de dormance, elles sont capables de germer entre 3,5 °C et 30 °C avec un optimum thermique variable selon les variétés mais souvent situé à 25 °C (cf. tableau) T base de germination : 3,5 °C

Après 45°C la germination devient impossible, un traitement des semences à 45 °C rend les semences inaptes à germer alors que si n'excède pas plus de 2 jours entre 35 °C et 45°C les semences germent quand même

Influence de l'oxygène : les semences de carotte germent d'autant plus difficilement que la teneur de l'atmosphère en oxygène est plus faible, une légère hypoxie (15% d'oxygène) est suffisante pour ralentir la germination voire diminuer le pourcentage final de germination certaines variétés (cf. graphes 3,6 et 3,7)

Lorsque qu'une hypoxie temporaire survient (1 à 2 jours) au début de l'imbibition elle entraîne malgré le retour de bonnes conditions une diminution de la vitesse de germination (temps nécessaire pour obtenir 50 % de germination) et de la croissance de l'hypocotyle, Les plantules obtenues sont moins vigoureuses, plus marquées que l'hypoxie de départ est poussée et sa durée prolongée

Influence de la pression osmotique : germination = 3 phases : 1) absorption initiale rapide d'eau 2) phase de plateau au cours de laquelle peu de changement de quantité d'eau contenu dans la graine 3) augmentation de la quantité d'eau dans les semences qui coïncident avec la croissance de la radicule,

Pour que ces trois phases aient lieu il faut que le milieu contienne une quantité d'eau qui soit suffisante et accessible aux semences. Cependant chaque milieu (sol, semence) possède un pouvoir d'attraction d'eau pouvoir liée à sa propre concentration en substances solubles, il y a en général un échange d'eau du milieu le moins concentré (en général le sol) vers le milieu le plus concentré (la graine) = imbibition. Cet échange peut être modifié selon la teneur en éléments solubles de chacun des deux milieux, si la concentration du sol augmente, la quantité d'eau allant du sol vers la graine diminue, les paramètres pouvant altérer le plus l'imbibition de la graine s'avère être la préparation du sol qui engendre : création d'une forte évaporation et remontée d'eau chargée en composés salins d'où augmentation de la pression osmotique et problème pour l'imbibition

Au-delà de 10 bars de pression osmotique il n'y a pas de germination.

La croissance de la plantule est épigée, les cotylédons sont soulevés au-dessus de la surface, progressivement les cotylédons se dégagent des téguments entraînés par l'hypocotyle qui forme alors une crosse dans une partie supérieure

Entre le 5ème et le 6ème jour après le semis à 20 °C les cotylédons finissent par se dégager, la plantule utilise ce qui reste des réserves séminales situées à l'intérieur des téguments.

L'hypocotyle se redresse presque totalement à ce stade, les relations qui s'établissent entre les substances carbonées évoluent en fonction de la phase de développement de la racine. Avant l'émergence la plante est hétérotrophe (dépend des réserves séminales) durant cette période les besoins en eau et en oxygène augmentent, puis depuis de la photosynthèse la plante devient autotrophe.

(Graine vraie pèse 0,5 à 3 mg). L'étape suivante est sous la stricte dépendance de la photosynthèse. Pendant cette phase, l'on observe une redistribution des réserves à l'intérieur de la plantule : 3

Phase 1 : la plantule est rattachée à la semence par les cotylédons, il y a transfert des réserves séminales vers l'ensemble de la plantule, principalement au niveau des cotylédons, cette phase s'achève par la séparation entre semences et plantule soit 5,5 jours après le semis et 4 jours après le début de la germination à 20 °C ;

Phase 2 : au sein de la plantule s'opère une redistribution des réserves séminales qui vont des cotylédons vers l'hypocotyle, (baisse du poids des cotylédons dont l'allongement s'arrête) et un fort ralentissement de la croissance de la racine. Seul l'hypocotyle connaît une croissance importante : il constitue à la fin de cette période 50 % du poids de la plantule, Le poids sec de cette jeune plantule diminue légèrement du fait de la respiration,

Phase 3 : la croissance en poids et en taille s'arrête au niveau de tous les organes cette phase se déroule 11,5 jours après le semis à 20 °C (cf. fig 3,10) la plantule est fragile à cette époque et supporte mal les agressions en tout genre et divers obstacles un allongement de la période autotrophe (germination/émergence) = difficulté à émerger et fort taux de mortalité, plus le poids des semences est important plus la date d'émergence est rapide et le poids de la plantule croît rapidement, L'émergence est estimée à 130 °C/jour en prenant en compte un T_b : 3,5°C

L'incidence du coefficient de variation de la longueur de l'embryon sur le poids de la racine et le temps d'émergence dépend de la densité : à faible densité (50 à 100 carottes par m²) pas de relation entre le coefficient de variation de la longueur de l'embryon et celui du poids de la racine; pour les densités plus fortes (300 à 400 carottes par m²), l'incidence est nette : on constate en particulier que le coefficient de variation de la longueur de l'embryon augmente. Il existe une corrélation entre le coefficient de variation de la longueur de l'embryon et le pourcentage de germination à 7 jours à 20 °C: plus la taille de l'embryon est petite, plus la germination des semences est lente, il y a une relation entre le pourcentage de germination à 7 jours et le coefficient de variation du poids des jeunes plantules à l'émergence.

de nombreux facteurs font varier le calibre des graines sur la plante mère : la position de l'ombelle, l'ordre d'omb, le taux de nouaison, l'alimentation hydrique, la date de récolte de la semence, le calibre n'affecte pas le pourcentage de germination par contre il agit sur la vitesse de germination, les lots de petits calibre germent plus vite mais sont plus fragiles vis-à-vis de la température notamment, les grosses graines germent plus vite en cas de forte température et sont plus résistantes aux fortes températures, les grosses graines ont une force d'émergence nettement plus élevée d'où meilleur comportement face à la battance, En conditions sèches les semences de plus petits calibres montrent une émergence plus rapide en conditions humides face à une croute de battance les gros calibres sont supérieurs (cf. tableau 3 VI)

Technique de priming : eau ou solution contenant du PEG ou solution de nitrate de potasse ou solution de phosphate de potasse

Les semences primées sont plus fragiles, elles émergent mieux en conditions optimales mais en cas de conditions néfastes (lit de semences très secs) la qualité du peuplement est inférieure,

Typologie nantaise besoin en eau sur période végétative (conso) = 900mm pour 140 jours

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Grande partie concernant la germination

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Généralités

REFERENCE DE L'ARTICLE

2000 – P.W. Simon - Domestication, Historical, Development and modern breeding of carrot
Plant breeding review, 19, 157-189

MOTS CLEFS

Carotte

RESUME

Cet article est une revue générale sur la carotte.

Les chiffres économiques mondiaux concernant la production de carotte.

Les différentes typologies

La physiologie générale de la carotte

Historique et progrès génétique

Les aspects génétiques notamment de résistance aux maladies

Différences entre open pollinated et hybrides.

Perspectives

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Généralités

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 - J.M. Bradeen, P.W. Simon - Carrots

Genome mapping and molecular Breeding in plant, 5, 161-184

MOTS CLEFS

Botanique, CMS

RESUME

L'article suivant nous donne une vision générale sur la carotte : Morphologie, historique, génétique, production de semences, données économiques, sélection, CMS...

La carotte appartient à la famille des Apiacées (anciennement appelée Ombellifères), à la sous famille des Apioideae, genre Daucus, section Daucus, espèce Daucus carota.

La famille des Apiacées est composée de 2500 à 3750 espèces. Classées en 300 à 462 genres.

La majorité des espèces de cette famille dégage une odeur caractéristique. La carotte est l'espèce cultivée la plus importante de ce groupe qui compte également de nombreux légumes et herbes aromatiques : panais, fenouil, céleri, aneth...

Le genre Daucus est composé d'une vingtaine d'espèces mais seule la carotte est cultivée. La majorité des espèces de ce genre sont originaires du bord de la Méditerranée à l'exception de la carotte qui vient d'Asie Centrale

Physiologie et morphologie de la carotte

La carotte est une espèce herbacée avec des feuilles alternes et composées organisées en rosette. Les fleurs individuelles sont petites avec cinq pétales, cinq petits sépales, 2 carpelles et cinq étamines. Les fleurs sont regroupées au sein d'ombelles de couleurs blanches. Elles sont hermaphrodites, épigynes avec un ovaire composé de deux loges chacune contenant deux ovules.

Les grandes étapes de la carotte sont :

- Une « période de croissance » s'étend du semis jusqu'au développement complet de la racine
- Une « période de repos » pendant la saison hivernale
- « Reprise végétative » avec l'apparition printanière des nouvelles feuilles puis de la hampe florale

Les fleurs sont protandres ce qui facilite les croisements. Le fruit est un diakène schizocarpe composé de deux graines striées, les côtes des graines sont épineuses (8 à 10 aiguillons). Les graines et les tissus de la carotte ont une odeur caractéristique due à la présence de composée volatile.

La carotte a une racine pivot épaisse et charnue. En coupe, les racines se composent d'un noyau de xylème intérieur entouré de phloème. Il y a une grande diversité de forme de racines. (cf typologie des carottes).

La carotte est une espèce diploïde avec 9 paires de chromosomes ($2n=2x=18$), les chromosomes de carottes sont petits et de longueurs uniformes. L'autofécondation provoque au bout de 5 générations un phénomène de « breeding depression » sévère. Cependant la carotte ne possède pas de système auto incompatibilité pollinique.

La phase reproductive :

Inbreeding depression:

L'autofécondation n'est pas interdite par des gènes d'autoincompatibilité et les lignées pour faire des hybrides sont elles-mêmes issus d'autofécondation. Comme beaucoup d'espèces

allogames, l'inbreeding depression peut être sévère. La sélection s'oriente donc également vers des variétés moins sensibles à ce problème.

Pour réduire les problèmes liés à l'inbreeding depression, la production d'hybrides a été généralisée.

La position de la graine sur l'ombelle a un fort impact sur sa qualité.

Il y a une large gamme de floraison et de maturité de graines sur chaque plante. La position relative de chaque graine, c'est-à-dire l'ombelle sur laquelle, elle est formée est très importante pour la qualité de la graine.

Le nombre d'ombelles par plante baisse quand la densité de carotte à l'hectare augmente ce qui permet de réduire les écarts de floraison et donc de maturité.

Incorporation de la Cytoplasmic Male Sterility (CMS)

Pour la production d'hybride, la stérilité mâle de la lignée femelle est essentielle. Elle peut être de plusieurs types les principaux soit « brown anther » ou « stérilité pétaloïde ».

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Généralités

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 – P.W. Simon - Carrot

?

MOTS CLEFS

Carotte

RESUME

Cet article est une revue générale sur la carotte.

Les chiffres économiques mondiaux concernant la production de carotte.

Les différentes typologies

La physiologie générale de la carotte

Historique et progrès génétique

Les aspects génétiques notamment de résistance aux maladies

Différences entre open pollinated et hybrides.

Perspectives

Différences de sélection en fonction de la zone géographique, description des zones géographiques et des typologies

CMS

Production semencières

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

GERMINATION

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, architecture

REFERENCE DE L'ARTICLE

1931 – H.A. Borthwick - Carrot seed germination
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 28: 310-314

MOTS CLEFS

Structure de la plante, ordre d'ombelles, germination, développement de la graine, embryon immature

RESUME

La faible germination des carottes est un des plus gros problèmes rencontrés par les multiplicateurs californiens. Le taux de germination peut varier facilement d'une année sur l'autre. C'est pourquoi des recherches ont été lancées dans les années 30 pour essayer de trouver quelles sont les conditions défavorables à la germination des graines de carottes.

Dans ce but, l'étude de la croissance, du processus de floraison et de fructification de la carotte a été étudié. Cette étude a permis de comprendre la structure de la plante : ses ombelles peuvent être classées en différents ordres selon leur position, et leur apparition sur la plante (la primaire, les secondaires, tertiaires, etc.). Ainsi l'ombelle primaire sera à maturation avant les secondaires, qui le seront avant les tertiaires, et ainsi de suite. Plus de 90% des graines sont produites dans 3 premiers ordres d'ombelles.

De ce fait, cette structure de plante rend inutiles certaines pratiques couramment utilisées pour les portes-graines. En effet, l'écimage, par exemple, n'augmentera pas la quantité de grains produites, puisqu'il favorisera la production d'ombelles d'ordres supérieurs (quaternaires etc.).

La masse florale a été comptabilisée sur différents échantillons : on note que pour les 3 premiers ordres, le nombre d'ombelles est toujours plus ou moins le même, mais il y a une plus grande variabilité concernant les quaternaires.

Une récolte ordre par ordre et des tests de germination des différents ordres ont été réalisés. Globalement, le taux de germination est meilleur pour les 2 premiers ordres d'ombelles que pour les suivants. Les tests de germinations se déroulent généralement sur 2 semaines. Toutes les graines n'ayant pas germées à la fin de cette période ont été coupées en longueur puis examinées : l'embryon n'est quasiment jamais complètement développé, et même à peine visible. La plupart de ces graines n'ont germé qu'au bout de 5 mois dans un germeoir.

Les recherches vont continuer en ce sens, en analysant les pratiques de semis, et l'effet de ces diverses pratiques sur la taille et la qualité de la semence.

CITATIONS / DEFINITION

"This habit of flowering permits one to segregate the inflorescences into several groups according to their position on the plant."

"One notes that in all three years the seed produced 'by the first two orders of umbels was somewhat better than that produced by higher orders. In 1930, when the germination of all

orders was exceptionally good, a difference still appeared between the germination of the first two and the last two orders.”

“Often, at the end of 2 weeks, most of the ungerminated seeds are still firm and in apparently good condition. A large number of seeds of this type have been split lengthwise and examined with a binocular microscope. Nearly all have a firm endosperm of the usual size. The embryo of such seeds, however, is almost never fully developed and is sometimes so small as to be scarcely visible.”

“An important cause of low germination in carrots, therefore, appears to be dormancy resulting from immature embryos.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

Comment valoriser les 3 premiers ordres d'ombelles, et comment favoriser le développement complet de leurs graines ?

Si les embryons des graines sont peu ou pas développés, il pourrait être intéressant de comparer sur une même parcelle, des dates de récoltes différentes, et ainsi déterminer si les graines ont assez de temps pour se développer entièrement, si elles sont récoltées trop tôt ou trop tard, ou si cela n'a aucun impact négatif sur la qualité de la semence.

Des tests sur l'impact des pratiques pendant le stade de maturation des graines pourraient être intéressants, tels que l'arrosage (quantité, quand l'arrêter, quel impact...), l'apport d'engrais, les traitements...etc. Les pratiques de semis pourraient également être étudiées (profondeur de semis, arrosage, travail du sol etc.)

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1931 – H.A. Borthwick - Development of the macrogametophyte and embryo of *Daucus carota*
Botanical Gazette p 23-24

MOTS CLEFS

Embryon, tube pollinique

RESUME

Développement du gamétophyte femelle, du tube pollinique et de l'embryon (stade précoce).

Physiologie de la reproduction - Article incompréhensible...

CITATIONS / DEFINITION

1. This paper is concerned with the development of the female gametophyte, the pollen tubes, and the embryo of *Daucus carota*.
2. A single archesporial cell functions directly as a macrospore mother cell which produces a linear tetrad of macrospores.
3. The macrogametophyte, which arises from the chalazal macrospore, is of the 7-celled type characteristic of most angiosperms.
4. The presence of a cellulose filiform apparatus was demonstrated by microchemical tests.
5. The structure and path of the pollen tubes were investigated. Tubes were found to grow intercellularly down through the conducting tissue of the style to its base, and then superficially along a groove leading to a canal communicating with each locule. Tubes growing down one style may enter the locule immediately below or grow through the transverse canal and into the other locule.
6. A filamentous 8-celled embryo is usually formed before longitudinal divisions occur. The three cells farthest from the micropyle give rise to all of the embryo except the root tip. The other five cells give rise to the root tip and the suspensor.
7. Development of the embryo was considered in the light of SoUEGEs' theory that the 4-celled embryo is the critical stage in development, and that for any given species the four cells always give rise to the same parts of the embryo. In *Daucus* the mature embryo may arise entirely from the distal cell of the 4-celled embryo, or from the distal cell and derivatives of the cell next to it. SoUEGEs' further generalization that embryonal development is usually characteristic throughout a family does not appear to hold in the Umbelliferae, as is shown by a comparison of *Daucus* with his account of the embryogeny of *Carum*.

COMMENTAIRES PERSONNELS

Méthode de coloration du gamétophyte femelle et des tubes polliniques.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1946 - F. Flemion, G. Uhlmann - Further studies of embryoless seeds in the umbelliferae
Boyce Thompson Institute, 14, 283-293

MOTS CLEFS

Embryon, Ombellifères

RESUME

L'examen de 200 lots de semences d'anis, cumin, carotte (54 lots), céleri, coriandre, aneth, fenouil, persil et panais montre que la présence de graines sans embryons mais avec un endosperme apparemment normal est commun et peut atteindre une fréquence de 50% ou plus.

99% (100% pour carottes) des lots examinés présentent des graines sans embryons en quantités max variant de 1 à 62% (37% pour carottes). La moyenne approximative de graines sans embryons est de 16% chez les carottes.

La présence de graines sans embryons et d'embryons immatures (généralement incapables de germer) chez certaines espèces explique la grande variation de la capacité germinative des graines fraîches chez les Ombellifères.

CITATIONS / DEFINITION

"In these embryoless seeds the endosperm is present and from all appearances normal, while the small embryo which usually lies embedded in the endosperm at one end of the seed is lacking."

"In addition, a considerable number of the seeds with embryos in some species are also worthless, due to immaturity of the embryos."

"(...) it appeared to Borthwick that an important cause of low germination in carrots was perhaps due to dormancy in these immature embryos."

"Some have suggested it might be due to an irregularity during or following fertilization (...)."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Les ombellifères n'ont pas une bonne capacité germinative et ont souvent des problèmes embryonnaires (absence ou immaturité).

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1951 – J.F. Harrington - Effect of spacing and size of roots on carrot seed yield and germination
Proc Amer Soc Hort 58 : 165-167

MOTS CLEFS

Taille des racines, espacement

RESUME

2 années d'étude, 1947 et 1948. Des grosses, moyennes et petites carottes (Chantenay et Imperator) sont espacées de 76, 38 et 25cm. Pour les 2 variétés, les grosses racines donnent les plus hauts rendements quelque soit l'espacement. Il n'y a pas de différence de rendement entre 38 et 25cm. 38 et 25 donnent des rendements significativement plus élevés qu'à 76cm. Il n'y a pas de différence significative du % de germination que ce soit en fonction de l'espacement ou de la grosseur des racines.

CITATIONS / DEFINITION

"(...) an area of low summer rainfall, the seed yield increases with increasing quantities of water supplied by irrigation. They believe that 8 (20cm) to 12 (30cm) inches are adequate."

"For maximum economical yield, medium and large roots spaced 15 (38cm) in the row probably should be used."

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1967 - R.B. Austin, P.C. Longden - Some effects of seed size and maturity on the yield of carrot crops
J. hort. Sci (1967) 42, p. 339-53

MOTS CLEFS

Maturité de la graine, date de récolte, taille des graines, méthode de séchage, rendement, densité

RESUME

Cette expérimentation a pour but de déterminer l'effet de la taille des graines de carottes, et de leur date de récolte sur la performance des graines. De 1962 à 1964, les graines de carottes furent récoltées à 8 dates différentes à Wellesbourne. On a séparé les graines récoltées en quatre calibres différents.

Au laboratoire, les facultés germinatives ont augmenté en fonction de l'augmentation de la taille de la graine. Les graines récoltées tardivement, d'une certaine taille, avaient généralement un taux de germination supérieur aux graines de la même taille récoltées avant (donc moins matures).

La méthode de séchage a aussi été testée : 10 jours aux champs comparés à 10 jours en séchoir. Le taux de germination a été meilleur pour les lots laissés aux champs, cela semble être dû au processus de maturation des graines qui continue plus aisément au champ qu'en séchoir.

A densités comparables, les grosses graines ont donné de plus gros jeunes plants que les petites graines. Après 15 à 18 semaines de croissance, le rendement des racines des grosses graines était 15 à 20% supérieur à celles des petites graines. Cependant, avec des cultures plus avancées (24 semaines), aucune différence de rendement de ce type n'a été notée.

Dans les cultures où les graines avaient été classées par taille (sauf pour les plus petites graines), on note une variation plus faible de la taille de leur racine que dans des cultures aux graines non classées. Cela peut être intéressant pour certains agriculteurs qui ont besoin d'une régularité de la taille et de la forme de leurs carottes afin de pouvoir les commercialiser (calibrage, emballage).

Une seconde expérimentation du même type fut menée en 1966, et les résultats furent les mêmes qu'à Wellesbourne. On peut en conclure que si les grosses graines sont utilisées pour la production de carottes de consommation, on peut s'attendre à avoir de meilleurs rendements pour des cultures de moins 18 semaines.

CITATIONS / DEFINITION

"It seemed probable that seedlings from large seed would be larger and also emerge more rapidly than those from small seed. "

"The overall effects of seed maturity on yield at a given density (Fig. 1b) suggest an increase in yield with increase in seed maturity."

"The germination of the seed in the two smallest sizes at all harvest dates was better for field-dried than for air-dried seed plants. Since the drying of the seed plants was more rapid in the air- than in the field dried series, it seems likely that the germination differences were related to maturation processes, which probably continued for longer or were more effective in the field- than in the air-dried series."

“At both densities the large seed appears to have given a somewhat more uniform crop than either the ungraded seed or the mixture. At low density the small seed appears to have given a more variable crop than the large seed. “

“All these results suggested that, with the seed crops grown at Wellesbourne, the correct timing of harvesting date was of considerable importance for the achievement of the best germination and vigour of the resulting seed.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

La maturation de la graine a un lien direct avec le taux de germination.

Comment améliorer cette maturation ? Les méthodes de récolte et de séchage, les dates de récoltes, et les stades à laquelle la récolte est effectuée sont autant de sujets à prendre en considération. Cette étape est primordiale pour la qualité de la semence, et le suivi doit être adapté à chaque situation.

La taille des graines paraît elle aussi importante, qu'en est-il du rendement des primaires et des secondaires ? Est-il à son maximum ? Concernant les productions hybrides, une étude sur les stades de floraisons entre mâles et femelles serait à réaliser pour optimiser la fécondation de ces ombelles.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1977 – W.A. Wagenvoort, J.F. Bierhuizen - Some aspects of seed germination in vegetable II. The effect of temperature fluctuation, depth of sowing, seed size and cultivar, on heat sum and minimum temperature for germination
Scientia Horticulturae,6 (1977) 259-270 Elsevier Scientific Publishing Compagny, Amsterdam

MOTS CLEFS

Température, émergence

RESUME

Méthode pour déterminer les dates de germinations et d'émergence et pour calculer les degrés jour nécessaires à la réalisation de ces étapes

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1979 – D. Gray - The germination response to temperature of carrots seeds from different umbels and times of harvest of seed crop
Seed Sci. And Technol., 7, 169-178

MOTS CLEFS

Ordre d'ombelle, température, taille embryon, maturation, embryogénèse

RESUME

Type de variété utilisé pour cette étude : Royal Chantenay

Durée de germination

La durée moyenne de germination diminue progressivement et plus rapidement pour les ombelles d'ordre II que I en fonction de la maturité des semences et de l'augmentation de la température dans la gamme 5 -25 °C.

La durée de germination varie selon l'origine des semences (ordre I ou II) et est liée à des différences de longueur d'embryon. En moyenne (moyenne des T°C de germination), les semences des ombelles secondaires germent plus lentement que celles des ombelles primaires, ce décalage est plus marqué pour les récoltes précoces que tardive. A une date de récolte précoce, les semences des ombelles primaires germent plus rapidement que celles des ombelles II pour de faibles températures.

Corrélation positive entre la durée de germination et la longueur de l'embryon.

Pourcentage de germination

Pour la date de récolte tardive, la germination des semences des deux ordres est peu affectée par les basses températures, en revanche une baisse de germination est observée à 30°C.

Corrélation positive entre le pourcentage de germination et la longueur de l'embryon.

Taille de l'embryon

A la date de récolte précoce, la taille de l'embryon est supérieure pour les semences d'ordre I par rapport à celles d'ordre II. La date de récolte joue peu mais de manière significative sur la longueur des embryons des semences d'ordre II. La taille de l'embryon augmente plus rapidement sur les ombelles OII n°8 que la n°1 avec la date de récolte.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Corrélation durée de germination / taille de l'embryon et pourcentage de germination / taille de l'embryon vérifié dans le CB carotte 2008-11 ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1980 – T. Fujimura, A. Komamine - The serial observation of embryogenesis in a carrot cell suspension culture
New Phytologist (1980) 86: 213-218

MOTS CLEFS

Embryogénèse

RESUME

Etude basée sur des observations en série de stades précoces d'embryogénèse somatique dans une culture de cellules de carotte, en utilisant une série d'amas cellulaires se divisant de manière synchrone.

Trois phases sont notées au sein desquelles le taux de division cellulaire est différent :

- phase 1 (0 à 3 jours) où les cellules se divisent lentement
- phase 2 (3 à 4 j) où elles se divisent très rapidement dans un endroit déterminé de l'amas cellulaire, ce qui conduit à la formation d'embryons globulaires
- phase 3 (4 à 6 j) où la division cellulaire a lieu à un taux plus faible

Trois régions sont distinguables dans les amas cellulaires à la fin de la phase 2 :

- une transparente destinée à se développer dans la tige
- une opaque destinée à se développer dans la racine
- une autre opaque qui a cessé de grandir, ce qui suggère que la détermination de la différenciation a déjà eu lieu à la fin de la phase 2

La division cellulaire rapide qui apparaît à la phase 2 est considérée comme un événement caractéristique de l'embryogénèse.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1980 – R. Jacobsohn, D. Globerson - *Daucus carota* (carrot) seed quality: I. Effets of seed size on germination, emergence and plant growth under subtropical conditions and II. The importance of the primary umbel in carrot seed production
Hebblethwaite, P.D. (ed.) Seed Production

MOTS CLEFS

Calibre, température, profondeur de semis, ordre d'ombelle, conditions de production, conditions climatiques

RESUME

Type de variété utilisé dans l'étude : Nantaise et Chantenay Red Core

Condition température sub-optimale

En général, les semences de plus gros calibres (1.51-1.75mm) ont germé mieux que celles de plus petits calibres (1-1.25mm). De plus, les semences de plus gros calibres ont un meilleur taux d'émergence que celles de plus petits calibres. Cette différence est le plus marquée en conditions stressantes : semis relativement profond (2 cm) et température élevée (25/35°C).

Les semences issues de l'ordre I germent mieux que celles des ordres supérieures et ce pour une taille et un poids similaires. Le ratio de semences d'ordre I est plus important avec l'augmentation de la densité de plante.

Les semences de calibres supérieurs augmentent le rendement racines pour des cycles courts (90-110 jours, plantation printemps-été). La différence est faible pour les plantations d'automne à cycle long.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, implantation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1983 - D. Gray, R. Joyce, A. Steckel - Seed quality in carrots: the effects of seed crop plant density, harvest date and seed grading on seed and seedling variability
Journal of Horticultural Science (1983) 58 (3) 393 – 401

MOTS CLEFS

Date de récolte, anthèse, densité, embryon

RESUME

Sur la variété Chantenay, des graines récoltées entre 44 et 61 jours après l'anthèse (JAA) - récolte précoce - ont des coefficients de variation (CV) de la longueur de l'embryon et du poids du semis ultérieur plus élevés que ceux des graines récoltées entre 70 et 92 JAA - récolte tardive -. Un passage au crible (différents diamètres de maille de tamis) de ces graines permet de réduire les CVs de quelques parcelles récoltées précocement.

Des parcelles conduites à une haute densité de plantes (80 pieds/m²) produisent des graines avec des CVs plus faibles (mais effets petits) par rapport à une densité de 10 pieds/m².

Sur 3 expé, les moyennes des CVs du poids du semis sont de 53% pour la récolte précoce et 43% pour la tardive.

Pour les hautes et faibles densités les CVs moy sont respectivement 49 et 47%. Cette faible et inattendue réduction pourrait s'expliquer par la plus grande plage temporelle de floraison des primaires en haute densité plutôt qu'en basse.

Avec et sans passage au crible CVs moy respectivement de 50 et 45%.

Le CV du poids du semis et « l'étalement » de la durée d'émergence sont étroitement liés au CV de la longueur de l'embryon mais pas à celui du poids de la graine. Ceci suggère que mesurer la variabilité de la longueur de l'embryon pourrait être une indication utile sur la variabilité de la culture ultérieure.

CITATIONS / DEFINITION

"As the time of harvest is usually left to the judgement of the grower, harvest date is likely to be an important source of seed-borne variation in commerce."

"This suggests that the effects of grading seed by size or weight on seed-to-seed and plant-to-plant variability are likely to vary from seed lot to seed lot depending upon the time of harvesting the seed."

"These results indicate that embryo growth continues after the endosperm and pericarp have reached their maximum weight."

"Of the three variables examined, harvest date had the greatest effect on embryo length and seedling weight variability (...)."

"(...) the importance of the time of seedling emergence in determining seedling size and root size demonstrated by Salter *et al.* (1981). Furthermore, it provides strong evidence that differences in seedling size are associated with differences in embryo length."

"Thus for early sowing it may be sensible to use a seed lot with a low level of potential variation to limit the possibility of protracted seedling emergence (...)."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Un des problèmes soulevé par l'étude est qu'il faudrait idéalement retarder la récolte pour avoir des graines plus homogènes entre elles, le problème étant qu'arrivées à un certain point, elles se détachent de l'ombelle et sont perdues. Il est indiqué que Williams, en 1977, a montré que cette perte de graines peut être significativement réduite (de 12 à 38%) par

l'utilisation de glue polyvinylacetate au moment où les graines commencent à se détacher. Mais il semble que cela coûte cher et que cela soit difficile à appliquer. Cette étude datant de presque 40 ans, le produit a peut-être été interdit ou d'autres l'ont peut-être remplacé ? La date de récolte est un facteur important pour avoir des graines homogènes en taille et maturité.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, implantation, floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1983 - D. Gray, A. Steckel - Some effects of umbel order and harvest date on carrot seed variability and seedling performance
Journal of Horticultural Science, 58 (1), 73-82

MOTS CLEFS

Date de récolte, embryon, ordre d'ombelle, triage des graines

RESUME

Il n'y a pas d'effets de l'ordre d'ombelle ou de la date de récolte sur le coefficient de variation (CV) du poids des graines. Le passage au crible des graines réduit le CV qui passe de 31 à 22% en comparaison de graines sans passage au crible (effets sont similaires pour tous les traitements).

Le CV de la longueur de l'embryon est plus bas pour les graines des ombelles primaires (OI) que pour les OII et cela diminue s'il y a un délai de récolte, la réduction étant plus importante pour les graines d'OII.

Le passage au crible n'a pas d'effet sur le CV de la longueur de l'embryon des graines d'OI mais il diminue celui des OII, en particulier lors de la récolte précoce.

Moins de semis émergent et de manière plus tardive avec (1) des semences récoltées précocement et d'OII, par rapport aux (2) semences d'OI et récoltées tardivement. Les (2) produisent des semis plus épais que les (1), même en prenant en compte les différences dans le poids des semences.

Le CV du poids des semis diminue avec un délai de récolte et est plus faible avec des graines d'OI plutôt que d'OII, en particulier avec une récolte précoce.

De manière générale, le passage au crible augmente les caractéristiques d'émergence et réduit le CV des poids de semis, en particulier pour les (2). Ces différences de performance pourraient être fortement expliquées par les effets de l'ordre d'ombelle, la date de récolte et le passage au crible sur la longueur de l'embryon.

CITATIONS / DEFINITION

« It is unlikely that grading commercial lots of seed by size or weight will prove to be consistently effective in reducing variation in seedling weight as the CV of embryo length and seed weight were not closely related. »

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, implantation, floraison

REFERENCE DE L'ARTICLE

1983 - D. Gray, R. Joyce, A. Steckel, J.A. Ward - Studies on carrot seed production: effects of plant density on yield and components of yield
Journal of horticultural science (1983) 58 (1) 83-90

MOTS CLEFS

Densité, ombelles primaires et secondaires, anthèse

RESUME

Étude de 1978 à 1980. Le rendement grainier de carottes Chantenay augmente de 50 à 55% avec l'augmentation de la densité de plantes de 10 à 80 pieds/m², sur 2 expé sur 3. La contribution des ombelles primaires (OI) sur le pourcentage du rendement est en moyenne de 25% (densité faible) et 62% (densité haute).

Augmenter la densité de plantes réduit le nombre de graines par plante, surtout à cause du nombre plus faible d'ombelles produites.

A l'anthèse, ou juste après, les graines des OI et des parcelles de faible densité sont plus lourdes que celles des OII et des parcelles de haute densité. Ces différences sont maintenues tout au long de la croissance et, en 1 an, sont intensifiées par la période de croissance des graines plus courte sur parcelle à haute densité.

Le poids de graine moyen plus faible en 1979, par rapport à 1980, est associé à une période de croissance des graines plus courte et des T°C après anthèse plus élevées.

CITATIONS / DEFINITION

"In biennial plants compensation for the effects of density can take place at several stages in the vegetative and reproductive phases of growth (Harper, 1977). With the seed-to-seed method of production a proportion, often up to 20%, of the population of plants dies before pollination (Gray, unpublished data) or fails to produce seeds."

"Austin and Longden (1967) stressed the importance of harvesting at the correct stage for the production of seeds with good germination characteristics."

"This suggests that the origin of the differences in seed weight were established at or before anthesis."

COMMENTAIRES PERSONNELS

La densité de plantes joue sur le nombre de graines produites via la croissance végétative de la plante.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1984 - D. Gray, J.A. Ward, A. Steckel - Endosperm and embryo development in *Daucus carota* L.
Journal of Experimental Botany, 35, 153, 459-465

MOTS CLEFS

Taille de l'embryon, développement de l'embryon et de l'albumen, acquisition des propriétés germinatives, embryogénèse, synthèse des réserves

RESUME

Le poids maximum des semences sèches et le volume maximum de l'endosperme (albumen) est atteint 35 jours après l'anthèse. A cette période l'endosperme est 'mou', le péricarpe est vert et moins de 50% des semences sont viables. La maturité des semences est atteinte 44 jours plus tard.

70% de l'augmentation du volume des l'endosperme (albumen) est expliqué par l'augmentation du nombre de cellule. L'augmentation du volume de l'embryon est plus lente et est expliquée à la fois par l'augmentation du nombre de cellule et par l'augmentation du volume de chaque cellule. L'embryon 'grandi' jusqu'à 49 jours après l'anthèse.

A maturité l'embryon représente 2 à 3% du volume de l'endosperme (albumen).

Il existe une relation positive entre la taille de l'embryon et le nombre de cellule de l'embryon. La relation entre ces 2 paramètres n'est pas affectée par la densité de plante, la date de récolte, la position de la semence sur la plante PG mais elle est affectée par l'année de production s'expliquant par des différences de températures pendant la période de croissance de la semence.

CITATIONS / DEFINITION

Variation of the size of carrot seedlings at emergence is directly related to variation in embryo length (Gray & Steckel, 1983) but [...] embryo length or weight is not closely correlated with seed size or weight »

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1985 - D. Gray, J.A. Ward - Relationships between seed weight and endosperm characteristics in carrot
Ann. Appl. Biol., 106, 379-384

MOTS CLEFS

Embryogénèse, synthèse des réserves

RESUME

Poids de la graine et volume de l'endosperme (albumen) sont très liés au nombre de cellules de l'endosperme (albumen)

Ces relations sont vérifiées pour le type Chantenay et Amsterdam, pour les ombelles d'ordre I et II mais sont affectées par l'année de production (joue sur le volume des cellules)

CITATIONS / DEFINITION

"For small-seeded vegetables, such as carrot (*Daucus carota* L.), heavy compared with light seed improves seedling emergence (Austin & Longen, 1967; Reynolds, 1968) and gives earlier and higher yields of root (Austin & Longden, 1967; Currah & Salter, 1973)."

« En carotte, l'endosperme représente 70% du poids de la semence (péricarpe, endosperme et embryon) [...]»

« Maximum endosperm cell number is reached between 14 and 21 days after anthesis and maximum seed weight soon afterwards, but about 30 to 40 days before physiological maturity (Gray, Ward & Steckel, 1984)"

Dans cet article de Gray & al, 1984, le volume max de l'endosperme est atteint 35 jours après l'anthèse....

« if a relation between seed weight and endosperm cell number could be established, then it would be logical to examine ways of manipulation seed weight in carrot by influencing, at an early stage of growth, the pattern of endosperm development »

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1986 - D. Gray, R. Joyce, A. Steckel - Correlations between variability in carrot (*Daucus carota* L.) plant weight and variability in embryo length
Journal of Horticultural Science (1986) 61 (1) 71-80

MOTS CLEFS

Longueur d'embryon, poids des semis et des racines, coefficient de variation

RESUME

La variation de la longueur de l'embryon de graines de Chantenay, les poids de semis et racines sont examinés sur 16 lots commerciaux en 1983 et sur 6 lots en 1984 de 3 sites à basse densité de plantes.

Les coefficients de variation de la longueur de l'embryon (CV-le) des lots varient de 19 à 50%. Les CVs du poids de semis (CV-ps) varient de 45 à 75% et ceux des racines (CV-pr) de 50 à 70%.

Le classement des lots en fonction du CV-ps pour les 2 années est similaire pour chaque site. Les CV-ps de 83 et 84 et le CV-pr de 84 augmentent en même temps que le CV-le.

Les coefficients de corrélation de Spearman (rs) pour la relation entre le CV-ps et le CV-le varient de 0,49 à 0,94 et entre CV-PR et CV-le de 0,83 à 0,94 (en 1984).

CITATIONS / DEFINITION

« The results showed that measurements of the variation in embryo length of carrots can be used to characterize the level of variation in seedling weight of different seed lots obtained commercially (...). »

“(...) demonstrating that measurements of embryo length can provide estimates of potential variation in root weight when seed lots are established at similar and low plant densities.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

Explications sur les relations entre la longueur de l'embryon et le poids des semis et des racines dans des conditions de faible densité de plantes. Mais le tri des embryons pour les classer dans différentes catégories de taille est trop long et fastidieux pour être effectué à grande échelle.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1986 - D. Gray, A. Steckel, J.A. Ward - The effect of cultivar and cultural factors on embryonic volume and seed weight in carrot (*Daucus carota* L.)
Annals of Botany, 58, 737-744

MOTS CLEFS

Développement semence

RESUME

Variables à expliquer : le poids de semence et le taux de croissance relative de la semence
Le taux de croissance relative de la semence* diffère peu entre les cultivars, la densité de peuplement, la position des semences. Les différences de poids de semence générées par les modalités testées sont liées à la durée de développement de la semence et au volume de l'ovaire, de l'ovule et du sac embryonnaire pendant la fécondation.

La couverture des plantes +/-2 semaines avant la fécondation diminue le poids de semence par comparaison à des plantes non couvertes.

La suppression d'ombelle d'ordre II et II +/- 2 avant la fécondation augmente le poids des semences d'ordre I.

Les semences issues de plantes cultivées à une densité de 80 plantes/m² sont en moyenne 20% plus légères que celles issues de plantes cultivées à une densité de 10 plantes/m².

*Taux de croissance relative de la semence (RGR en anglais)= $[(\log \text{ poids à la fin de la phase exponentielle de croissance} - \log \text{ poids environ } 10\text{j après la floraison de la semence}) / (\text{durée entre } 10\text{j après la floraison et la fin de la phase exponentielle de croissance})]$

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1986 – W.G. Tucker, D. Gray - The effect of seed drying and gibberellin treatment on the germination performance of developing carrot seed
Plant Growth Regulation 4 : 363-370

MOTS CLEFS

Séchage, gibbérellines, date de récolte, rendement

RESUME

Sur plusieurs récoltes de semences de carotte (Chantenay Royale), le plus haut pourcentage et la germination la plus rapide sont obtenus pour des semences récoltées 51 jours après l'anthèse (JAA) - avec séchage à 25°C et 60% RH pendant 1 semaine - et à 65 ou 79 JAA (maturation complète) - avec ou sans conditionnement -. Les semences de ces récoltes atteignent le poids maximum quand séchées, ont des embryons de longueur maximale et sont considérées matures. La germination des semences de ces traitements n'est pas affectée par un mélange de gibbérellines A4 et A7 (GA4/7) appliqué dans le milieu d'incubation.

Les semences récoltées 37 JAA donnent un pourcentage max de germination quand elles sont conditionnées et incubées dans une solution GA4/7. Les semences récoltées plus tôt que ça germent mal.

Les temps de germination des semences matures et immatures sont réduits après une conservation de 18 mois mais il n'y a alors pas de réponse au GA4/7.

L'effet stimulant de la gibbérelline est cantonné aux semences immatures et son effet décline au fur et à mesure que les semences deviennent matures.

Les auteurs expliquent que retarder la récolte permet de maximiser la maturation de l'ensemble des graines mais que cela n'augmente pas le rendement parce que les graines matures en premier se détachent et sont donc perdues. Ainsi, pour une date de récolte optimale, on aura toujours des graines immatures.

Etant donné que leur expérience montre que le GA ou les traitements de séchage améliorent la performance germinative, ils préconisent de récolter même si les dernières semences ne sont pas matures. Le traitement optimal étant selon eux, un séchage à 25°C et 60RH pendant une semaine, 50 jours après anthèse.

CITATIONS / DEFINITION

"High quality carrot seed can be obtained earlier than in normal commercial practice by harvesting and threshing seed from about 50 days after anthesis (DAA) and then drying it under controlled conditions (Tucker and Gray)."

"In carrot, Gray and Steckel found that seed dried on the umbels and then threshed gave higher percentage germination than seed removed from the umbels and germinated immediately after harvest without drying."

"Developing seeds are a rich natural source of gibberellins, and although the level of endogenous gibberellin was not determined in the present work, it is very likely that any effect of applied GA4/7 will depend on the level of endogenous growth promoters (such as gibberellin) and growth inhibitors present. It has been shown (...) that the period of maximum gibberellin production coincides with the time of maximum fresh weight gain in the seeds."

“The bulk of the weight of the carrot seed at maturity is endosperm and the embryo occupies the equivalent of about 3% of its volume.”

“Thus, the physiological significance of drying may be the breakdown of germination inhibitors

rather than the manufacture of materials needed for the completion of seed maturation.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

Faut-il et peut-on faire des applications de gibbérelline ?

Comment considérer leur préconisation d'un séchage à 25°C 60%RH pendant 1 semaine, 50 JAA ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1988 – B.B. Dean - Embryogenesis in *Daucus carota* as it relates to low seed germination
American seed research foundation

MOTS CLEFS

Température, développement des semences

RESUME

Cet article est un projet de recherche. Les objectifs de ce projet étaient d'établir un modèle thermique permettant de mieux déterminer la maturité des graines de carotte et de réduire l'abscission des graines des ombelles primaires tout en récoltant les graines à maturité. L'auteur identifie deux causes principales à la non germination :

- Les graines sans embryons (dues par exemple aux attaques des Lygus)
- Les graines avec embryons immatures (dues aux conditions de croissances ou de récolte : Température, espacement des rangs, fertilisation, période d'irrigation...)

Une étude préliminaire a été menée sur différents lots. Les premiers résultats de cette étude montrent qu'il existe une forte variation interannuelle et que les hybrides germent légèrement moins bien que les OP. Il apparaît comme intéressant de combiner les données climatiques avec la germination. L'auteur a montré qu'une température élevée (40.5°C) handicapait le rendement et qu'une température basse (23.8°C) avait des conséquences négatives pour la germination. Pour une température modérée (32°C), la germination et le rendement sont normaux.

Dans un second temps, l'auteur décrit la méthode qu'il souhaiterait employer pour établir un modèle thermique permettant de mieux déterminer la maturité des graines. Il souhaite également pour réduire l'abscission des graines de l'ombelle I mener deux expériences :

- Utilisation d'un raccourcisseur (Cicocel) pour réduire la dominance apicale et réduire les écarts de maturité entre les différentes ombelles.
- Utilisation d'auxine en fin de cycle pour limiter l'abscission.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Les méthodes d'étude proposées en fin d'articles sont intéressantes.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1988 - D. Gray, J.R.A. Steckel, J. Dearman, P.A. Brocklehurst - Some effects of temperature during seed development on carrot (*Daucus carota*) seed growth and quality
Ann. Appl. Biol., 112, 367-376

MOTS CLEFS

Température, endosperme, embryon, émergence, développement des semences

RESUME

3 températures jour/nuit (20/10°C, 25/15°C, 30/20°C – 15h jour / 8h nuit) ont été testées sur le développement des semences de carottes.

Entre les températures 20/10°C et 30/20°C le poids moyen par semence diminue de 20% en 1984 et 13% en 1985.

Aucun effet de la température pendant le développement des semences n'est observé sur le poids de l'endosperme et de l'embryon ainsi que sur le nombre de cellules de l'endosperme ; en revanche le poids du péricarpe diminue avec l'augmentation de la température.

Les semences qui se sont développées sous les plus fortes températures, présentent les plus grands embryons et les plus fortes teneurs en azote, ADN et ARNr. Ces semences germent et lèvent plus vite ; le taux de levée est également supérieure pour ces semences.

Aucun effet de la température pendant le développement des semences n'a été observé sur le taux d'imbibition (ou la teneur en eau finale) pendant le processus de germination.

CITATIONS / DEFINITION

“As with the cereals and sugar beet, the differences in weight were associated with the period of seed growth being shorter at high (23°C) compared with lower (12-13°C) temperatures, rather than with differences in seed relative growth rate. »

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, implantation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1988 - T.L. Noland, J.D. Maguire, R.N. Oliva, K.J. Bradford, J.L. Nelson, D. Grabe, S. Currans
Effect of plant density on carrot seed yield and quality under seed to seed production systems in California, Oregon and Washington
Journal of applied seed production, 6, 36-43

MOTS CLEFS

Rendement, qualité germinative, densité, ordre d'ombelles

RESUME

Étude menée en Californie (CA), Oregon (OR) et Washington (WA), cherchant à déterminer si la densité de plante peut améliorer la qualité des semences. La méthode utilisée est la seed-to-seed (comme dans notre problématique), contrairement à de nombreuses études portant sur ce thème qui utilisent la méthode root-to-seed.

En CA (population Danvers) et OR (hybride Imperator) une densité optimale (pas la densité max) de 8 à 32 plantes/m² donne un rendement max. En WA (population et hybride Nantaises), la plus haute densité (47 plantes/m²) donne le meilleur rendement (7 134 kg/ha !), mais avec un biais d'échantillonnage (plantes choisies au hasard dans la population mais dont la sélection est inconsciemment influencée par la présence de graines sur les ombelles) qui a probablement gonflé le résultat.

La contribution des OI sur le rendement augmente avec la densité, celle des OIII diminue.

Aucune relation entre la densité de plantes et les paramètres de % de germination, taux de germination et poids des graines n'est trouvée. Ainsi, la densité de plantes peut être utilisée pour augmenter le rendement mais pas pour améliorer la qualité des semences.

CITATIONS / DEFINITION

"Over thirty years ago, Robinson (1954) recognized low germination percentage of carrot (*Daucus carota* L.) seed as a recurrent problem that had plagued seed growers for decades."

"Therefore, an optimum PD (*plant density*), at which carrot seed yield is maximized, probably does exist."

"(...) it is also interesting to note that the seed from the cooler growing areas of OR and WA were considerably heavier than the seed produced in the warmer climate of CA. In fact, in the 1° and 2° umbel seed, there appeared to be a positive relationship between seed weight and degrees of N latitude. (...) Gray at al.'s (1983) assertion that a warmer than usual growing season accentuated the differences in carrot seed weight between the low and high PDs. In addition, the heavier WA and OR seed had a notably higher percent germination than did the lighter CA seed. Also the WA OP seeds tended to germinate faster than did the CA OP seeds."

"(...) genotype interactions may have influenced seed quality parameters about as much as did the environment."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Méthode seed-to-seed plus intéressante dans le cadre de notre problématique. Du coup les résultats sont parfois en contradiction avec, par exemple, ceux de Gray qui a pourtant produit beaucoup d'études sur la carotte.

Les problèmes de germination sur carotte semblent exister depuis très longtemps (cf intro de l'article)...

La latitude, et donc de manière directe le climat, sont cités comme importants dans la germination et le rendement.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, implantation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1988 – R.N. Oliva, T. Tissaoui, K.J. Bradford - Relationships of plant density and harvest index to seed yield and quality in carrot.
Journal of the American Society for Horticultural Sciences, 113, 532–537.

MOTS CLEFS

Densité, index de récolte, rendement, ordre d'ombelle, qualité des semences

RESUME

Pour l'étude 4 densités de plantes sont utilisées : 25, 13, 6 et 4 plantes/m² (variété Danvers) + 1 à 36 pl/m² d'une parcelle d'agriculteur.

Le développement phénologique n'est pas affecté par la densité, mais la hauteur des plantes augmente avec la densité.

Le nombre d'ombelles par plante et le nombre de graines par ombelle diminue avec l'augmentation de la densité, alors que le poids des graines n'est pas modifié.

La proportion de graines obtenue des OI passe de 20% (basse densité) à 60% (haute densité).

Le rendement par plante diminue continuellement à mesure que la population augmente, mais le rendement par unité de surface augmente jusqu'à un maximum de 12 plantes/m², pour ensuite diminuer.

Le rendement total biologique (biomasse au-dessus du sol) atteint un plateau avec l'augmentation de la population.

La qualité des graines à l'intérieur de chaque ordre d'ombelle (évaluée par le % et le taux de germination, la croissance des semis, la longueur de l'embryon et les semences anormales ou sans-embryons) n'est pas affectée par la densité, mais diminue significativement des OI vers les OIII.

L'index de récolte (rendement grainier/rendement biologique) est fortement corrélé à la qualité des semences. La plus forte présence d'anormalités embryonnaires à la plus haute densité suggère que l'apparition d'embryons avortés pourrait être reliée à l'allocation des ressources de la plante en faveur des caractères végétatifs plutôt que reproductifs.

La relation entre l'index de récolte et la densité de plante pourrait être utile pour obtenir les meilleurs rendements et germinations possibles.

CITATIONS / DEFINITION

"Primary umbels were at anthesis 45 days after the first umbel buds were visible. Successive umbel orders flowered at about 2-week intervals."

"Delaying harvest was found to reduce the variability among seeds, but at the potential cost of losing the high-quality primary umbel seeds due to shattering."

"Although the embryo abnormalities were not consistently related to other seed quality variables, they play a key role in limiting the quality of carrots seeds."

COMMENTAIRES PERSONNELS

D'après cette étude, il semblerait que la densité de plante puisse être optimale, et donc optimisée, dans l'optique d'avoir le meilleur rendement possible.

Les auteurs expliquent que l'index de récolte est, pour eux, l'un des meilleurs moyens possibles pour réaliser cette optimisation.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICL

1989 - F. Corbineau, D. Côme - Facteurs susceptibles d'influencer la germination des semences et la levée des plantules de carotte
Les cahiers du CTIFL, 47(4), 1-5

MOTS CLEFS

Température, oxygène, profondeur de semis, prégermination, conditions climatiques

RESUME

L'action négative des T°C basse sur la germination augmente avec la profondeur de semis.

Une légère hypoxie (15% d'oxygène) est suffisante pour gêner la germination.

Le traitement de prégermination diminue fortement la sensibilité des graines à la température et à la privation d'oxygène.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Effet T°C, oxygène voir l'article Corbineau&al, 1995

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1989 - B.B. Dean, T. Noland, J.D. Maguire - Correlation of low seed quality with growing environment of carrot
Hortscience, 24(2), 247-249

MOTS CLEFS

Température, conditions climatiques, typologie

RESUME

Etude 1 : mise en relation des résultats de germination (une centaine de lots par an) avec les températures base 10 de mars à octobre entre 1980 et 86

Corrélation (plutôt moyenne) entre la somme des T°C base 10°C au printemps (mai + juin) et la germination ($R^2=0.42$)

T°C base 10°C : $[(T_{\max} \text{ journalière} + T_{\min} \text{ journalière})/2]-10$

Etude 2 : FG et typologie des semences non germées en 1983 et 84.

La moins bonne germination enregistrée en 1984 par comparaison à 1983 est expliquée par une proportion importante de semences anormales et des semences sans embryon.

Les pistes avancées qui pourraient être à l'origine de la formation de ces anormaux sont le climat, la date de récolte, les attaques de lygus et/ou la combinaison de certains de ces facteurs.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

A noter qu'en 1983 il y a une proportion non négligeable de semence vide, proportion équivalente à celle des semences sans embryon observée en 1984...

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1989 – R. Joyce, J.R.A. Steckel, D. Gray, H.R. Rowse - Relationships between indices of seed maturity and carrot seed quality
Ann. Appl. Biol., 114, 177-183

MOTS CLEFS

Taille embryon, indicateurs de maturité, maturation, embryogénèse

RESUME

Etude sur des semences carottes de type Chantenay et Amsterdam.

Le poids maximum de semences sèches est atteint 40 à 45 jours après la floraison des deux cultivars.

La germination (norme ISTA comptage à 14 jours) maximale est atteinte 40 à 45 JAF pour Chantenay et 55 JAF pour Amsterdam. Mais le nombre max de semences germées à 7 jours et le CV min de la taille de l'embryon ne sont enregistrés qu'environ 60 JAF pour Chantenay et autour de 55 à 65 JAF pour Amsterdam.

Il existe une relation linéaire négative entre le pourcentage de germination et la teneur en eau des semences ainsi qu'avec la teneur en chlorophylle a+b et la dureté de la graine (% de distorsion). La teneur en eau, en chlorophylle et le pourcentage de distorsion sont minimum à partir de 60 JAF Les meilleurs FG sont obtenus pour des semences avec des teneurs en eau inférieures à 20% (essai sous tunnel)

CITATIONS / DEFINITION

"Hawthorn et Pollard (1954) state that harvesting of carrot seed can begin at the stage when the seeds starts to turn brown, seed moisture contents are above 50% and the seed are soft. Based on the 14-day germination count as a measure of quality, the present results confirm this conclusion as seeds became fully viable 45 DAF and viability was maintained at high levels for at least a further 30-35 days. However, the date also show that harvesting at this early stage will produce seed with lower values for the 7-day germination count and higher values for the CV of embryo length. Both of these characteristics have been shown in earlier work to be associated with poor emergence and high plant-to-plant variability in the succeeding crop (Gray&Gent, 1983)"

COMMENTAIRES PERSONNELS

Faire le lien teneur en eau, taille embryon, FG max avec les résultats du CB carotte 2008-11.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1991 - F. Villeneuve, P. Letouzé, D. Breton, C. Luneau - Carotte - La semence un facteur de qualité
Infos CTIFL, 73, 41-45

MOTS CLEFS

Emergence, qualité de semence

RESUME

Etude menée sur carotte de consommation. L'implantation de la culture est déterminante pour sa rentabilité. La réussite de cette implantation passe par plusieurs facteurs : la qualité de la semence, la qualité du lit de semence, la qualité du semis, le climat.

La date de semis peut influencer le % d'émergence.

Il n'existe pas de relation simple et directe entre le % de germination et le % d'émergence.

La vitesse de germination peut varier d'une variété à l'autre et même d'un lot à l'autre. Ces variations de vitesse peuvent augmenter la période d'émergence générale sur une parcelle ce qui tend à augmenter la variabilité du développement des plantes entre elles.

Les auteurs indiquent que les semences peuvent être porteuses de maladies. Par exemple, pour *Alternaria sp.*, en 1986 et sur 56 lots, 27% des lots sont indemnes, 45% ont un % de colonisation de 1 à 10%, 5% de 11 à 50% et 23% > 50%.

Certains lots ayant une bonne valeur germinative ne présentent pas une bonne émergence. Ceci pourrait s'expliquer par la taille de l'embryon, la vitesse de germination, le degré de vieillissement des graines, leur poids, l'importance des téguments, la vitesse d'imbibition et les conditions du milieu.

Les résultats sur le calibre sont retrouvés dans les autres travaux de Villeneuve&al de 1993, mais ils indiquent ici que : « les différences entre les calibres ne sont pas à considérer comme une généralité. En effet, une conjonction d'évènements autres (pluviométrie, température, etc.) peut engendrer des résultats différents. »

CITATIONS / DEFINITION

« La phase d'implantation de la culture détermine la rentabilité. Pourcentage et vitesse de germination, bon état sanitaire de la semence, grosseur du calibre, sont des facteurs essentiels de sa réussite. D'où l'importance pour le producteur de connaître les aptitudes des lots de semences. »

« (...) des tests de germination en conditions contrôlées (laboratoire), dont les résultats sont communiqués, d'une part, aux producteurs qui ont aussitôt possibilité d'améliorer les réglages de semoirs, et d'autre part, aux établissements grainiers à qui sont retournés les lots présentant un taux de germination inférieur à 65%. »

COMMENTAIRES PERSONNELS

La qualité des semences fournies par les établissements aux AMS est à la base d'une bonne culture et donc de bons rendements et germinations.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1992 - S Thompson, J.A. Bryant, P.A. Brocklehurst - Metabolism of polyadenylic acid RNA during seed maturation, ageing and germination in carrot (*Daucus carota* L.)
Seed Science Research (1992) 2, 255-258

MOTS CLEFS

ARN, biochimie, maturation

RESUME

L'étude cherche à mesurer les quantités d'acide polyadénylique (poly(A)) de graines matures et immatures, avant et après des traitements de maturation accélérée.

Le taux de poly(A) des graines atteint un pic 40 jours après l'anthèse (JAA) et diminue ensuite au fur et à mesure que la dessiccation se poursuit.

Une diminution supplémentaire intervient aux premiers stades de la germination et est plus ample pour les graines récoltées même immatures.

Une maturation accélérée des graines entraîne des pertes significatives de poly(A) et le taux diminue encore d'avantage quand les graines âgées sont mises en conditions de germination.

Pour les graines récoltées bien qu'immatures et ensuite soumises à maturation, la reprise de l'accumulation de poly(A), une caractéristique d'une germination normale, est à peine détectable ou absente.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Le rôle du poly(A) n'est pas clairement explicité, mais il entre en jeu dans la qualité germinative.

Il faudrait trouver des études complémentaires à ce sujet, bien qu'il s'éloigne du côté pragmatique de notre problématique.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, implantation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1992 – F. Villeneuve, C. Luneau, J.P. Bosc - Carotte - Incidence du calibre des semences sur la germination et l'émergence
Infos CTIFL, 86, 31-35

MOTS CLEFS

Calibre de semence, émergence, levée, vitesse de germination

RESUME

Exactement le même article que : 1993, Villeneuve F., Luneau C., Bosc J.P. Incidence du calibre des semences de carotte (*Daucus carota*) sur la germination et l'émergence. *Acta Horticulturae* 354: 55-65, 1993

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Le tableau 8 présent dans cette version ne l'est pas dans l'article cité ci-dessus. Il est intéressant car il résume les effets du calibre en fonction des problèmes pouvant survenir pendant la germination et l'émergence.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1993 – A. Bonnet - Etude du développement et de la faculté germinative des graines de carotte
Acta Horticulturae, 354, 83-88

MOTS CLEFS

Embryogénèse, récolte, dessiccation

RESUME

Les fortes variabilités observées chez la graine de carotte pourraient entraîner une hétérogénéité préjudiciable à la culture.

L'étude porte sur la taille de l'embryon et son développement au cours de la formation de la graine après 2 types de pollinisation différents : (1) rangs séparés et pollinisation avec abeilles, (2) rangs en alternance pollinisés avec des mouches.

(1) ne permet pas une bonne pollinisation et (2) donne un taux de nouaison correct de 1 graine par fleur.

L'embryon se développe après l'albumen et atteint le stade cordiforme 17 à 20 jours après la pollinisation. Il poursuit sa croissance avec des cinétiques très variables. La longueur de l'embryon peut être très variable pour les graines d'une même plante.

Les graines immatures sont aptes à germer très tôt mais les conditions de dessiccation influencent le taux et la cinétique de germination.

Un état hygrométrique élevé précédant la récolte entraîne une perte de l'énergie germinative notamment à la suite d'une pollinisation insuffisante.

Par contre les résultats semblent montrer que la faculté germinative est acquise très tôt et qu'une récolte anticipée de 10 à 20 jours n'est pas nuisible à la germination lorsque la pollinisation a été bonne et que les conditions de dessiccation sont favorables.

Plusieurs interrogations sont posées par l'auteur : quelles sont les causes des variations dans le développement de l'embryon, des inhibitions de germination et des absences de fécondation ?

CITATIONS / DEFINITION

« Dans cet essai de production de semences, génotypes et système de pollinisation particuliers, il y a un petit nombre de graines sans embryon mais avec albumen. Ce phénomène est connu chez les Ombellifères depuis longtemps (Flemion and Uhlman, 1946), mais il n'a pas reçu d'explication satisfaisante à ce jour. »

COMMENTAIRES PERSONNELS

Il y a des résultats intéressants sur les 2 types de pollinisation. D'où importance d'une bonne pollinisation et de bonnes conditions de dessiccation.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1993 - F. Corbineau, M.A. Picard, D. Côme - Germinability of some vegetable seeds in relation to temperature and oxygen
Fourth International Workshop on seeds, Basis and Applied Aspects of seed Biology, ASFIS, 3, 1027-1032

MOTS CLEFS

Température, oxygène, prégermination, conditions de production / climatiques

RESUME

L'imbibition des graines (20h à 20°C) suivi d'un séchage améliore la germination dans des conditions de températures suboptimales (T°C basses) et d'hypoxie.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Effet T°C et O2 : RAS voir article Corbineau&al, 1995

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, implantation, développement végétatif

REFERENCE DE L'ARTICLE

1993 - V. Tamet, C. Durr, J. Boiffin - Croissance des plantules de carotte de la germination jusqu'à l'apparition des premières feuilles
Acta Horticulturae, 354, 17-25

MOTS CLEFS

Poids des semences, levée, croissance, profondeur de semis

RESUME

L'homogénéité des calibres est un critère de qualité prépondérant, il est déterminé de façon très précoce et lié à la date de levée et au poids des plantules dont l'hétérogénéité augmente avec la compétition.

L'étude décrit l'évolution morphologique et pondérale de la plantule et de ses différents organes entre la germination et l'apparition des 1^{ères} feuilles. Les variables sont la T°C (20 et 10°C) et le poids des semences (0,5 à 1mg et 1,6 à 2,2mg), connues pour agir fortement sur la croissance précoce des plantules. La variété est la Nandor F1.

Du semis à l'émergence, 3 étapes :

- germination qui s'achève à la percée des téguments par la radicule
- croissance hétérotrophe (1) aux dépens des réserves séminales
- croissance autotrophe (2) quand l'augmentation de la biomasse est assurée par la photosynthèse

Pour (1), il y a 3 phases successives qui ne dépendent pas de la T°C ou du poids des semences :

- transfert des réserves de la semence vers la plantule via les cotylédons s'achevant par la séparation entre semence et plantule
- redistribution des réserves au sein de la plantule vers l'hypocotyle qui seul poursuit sa croissance en poids et longueur
- arrêt de croissance de l'hypocotyle et stabilisation du poids des cotylédons

Le temps d'émergence est plus élevé à basse T°C (ralentissement de la croissance).

Le poids et la longueur des organes sont toujours inférieurs pour les plantules issues de semences de poids faible. Donc le poids des plantules à l'émergence est directement lié au poids initial des semences, mais il ne dépend pas de la durée de croissance souterraine (poids constant au-delà de 65-70j après germination).

Après émergence, le taux de croissance n'est pas affecté par le poids initial mais décroît fortement lorsque la durée entre la germination et l'émergence augmente (diminution d'efficacité photosynthétique des cotylédons ?).

Finalement, la variabilité des états de vitesse et croissance des jeunes plantules vient de 2 sources principales :

- le poids initial des semences
- le délai entre germination et émergence

CITATIONS / DEFINITION

« Le principal facteur technique dont dépend la durée de la phase germination-levée est la profondeur de semis. Il apparaît dans le cas de la carotte, que le contrôle du placement des semences est d'une double importance, puisqu'il conditionne non seulement les risques de mauvaise levée due aux accidents climatiques et parasitaires mais également le potentiel de croissance des plantules ayant pu émerger. »

COMMENTAIRES PERSONNELS

La profondeur du semis semble être un facteur important pour la levée et la croissance des plantules.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, implantation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1993 – F. Villeneuve, C. Luneau, J.P. Bosc - Incidence du calibre des semences de carotte (*Daucus carota*) sur la germination et l'émergence
Acta Horticulturae 354: 55-65

MOTS CLEFS

Calibre de semence, émergence, levée, vitesse de germination

RESUME

Des graines de différentes tailles et variétés sont utilisées pour tester leur germination et émergence (variétés Boléro, Estelle, Météor, Luxor, Major, Valor).

Pour des T°C variant de 5 à 30°C, aucune différence dans le % final de germination n'est observée. L'optimum thermique est le même dans tous les cas.

Les plus petites semences semblent germer plus rapidement que les grosses.

Il existe une grande sensibilité aux basses et hautes T°C. Avec des T°C alternatives (20-35° ; 20-40° ; 20-45 ; 20-50°), il est observé des différences entre les classes, les grosses semences semblent plus sensibles avec une germination plus lente, mais sans effet sur le % final de germination au-dessus de 45°C. Quand les T°C alternatives atteignent 50°C, le % final de germination est affecté.

En ce qui concerne l'émergence des semis, les grosses semences ont une « force » d'émergence plus importante que les petites. La profondeur du semis provoque un retard du début des émergences. Lorsqu'un événement climatique important survient (pluie orageuse par ex), la mortalité est moins importante pour les gros calibres.

Dans des situations de croûtes du sol (battance), les grosses émergent plus rapidement (meilleure capacité à traverser la croûte de battance) que les petites et dans les périodes sèches, c'est l'inverse.

CITATIONS / DEFINITION

« Les facteurs influençant le calibre de la semence ont été largement étudiés :

- la densité des porte-graines (Harrington, 1951 ; Gray et al, 1983 ; Oliva et al, 1988),
- les conditions de pollinisation et la répartition des plants mâles-fertile pour la production d'hybride (Rodet, 1988 et 1990),
- l'alimentation hydrique des porte-graines (Hawthorn, 1952 ; Steiner, 1990),
- les conditions climatiques de l'année de production des semences (Dean et al, 1989),
- etc. »

« (...) de nombreux facteurs font varier le calibre des graines sur le porte-graines notamment : la position sur l'ombelle, le numéro d'ordre de l'ombelle, le taux de nouaison, l'alimentation hydrique, la date de récolte de la semence, ... »

« (...) il paraît bien exister une relation entre la vitesse de germination, les lots et les calibres des semences lorsque ces dernières sont placées dans des conditions sub-optimales (basses et hautes températures). »

« En terme d'émergence (...) tout va dépendre des événements climatiques qui vont survenir après le semis. »

COMMENTAIRES PERSONNELS

Les résultats sont intéressants puisque le calibre semble influencer l'émergence. Les problèmes de levée que l'on observe à l'automne et qui provoquent des « trous » dans les

parcelles pourraient, entre autres, venir de là. On a observé, lors des suivis de l'automne, que la levée était très mauvaise dans les sols battants.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, implantation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1993 – F. Villeneuve, C. Luneau, J.P. Bosc - The incidence of carrot seed grades (*Daucus carota*) on germination and emergence

MOTS CLEFS

Calibre de semence, émergence, levée, vitesse de germination

RESUME

Version anglaise de l'article : 1993, Villeneuve F., Luneau C., Bosc J.P. *Incidence du calibre des semences de carotte (Daucus carota) sur la germination et l'émergence. Acta Horticulturae 354: 55-65, 1993*

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Le tableau IV présent dans la version anglaise ne l'est pas dans la française. Il est intéressant car il résume les effets du calibre en fonction des problèmes pouvant survenir pendant la germination et l'émergence.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1994 - F. Corbineau, M.A. Picard, D. Côme - Effect of temperature, oxygen and osmotic pressure on germination of carrots seeds: evaluation of seed quality
Acta Horticulturae, 354, 9-15

MOTS CLEFS

Température, oxygène, pression osmotique

RESUME

Les semences de carottes ne sont pas dormantes.

Effet O₂ sur la germination : les semences de carottes sont incapables de germer dans une atmosphère contenant moins de 5% d'O₂ + voir article Corbineau&al, 1995.

La germination des semences de carottes est inhibée à des potentiel hydriques de -2bars et cet effet est plus prononcé à 10 qu'à 25°C.

L'émergence de la plantule est plus sensible à la pression osmotique que la germination sensu stricto (racine pointée).

CITATIONS / DEFINITION

«A better evaluation of seed performance during winter-spring sowing can be achieved when tests are carried out at non-optimal temperatures which are more similar to soil temperatures.»

“Short treatments (1-2 days) of seeds in hypoxia (3 to 10% O₂) are enough to inhibit further seed germination and seedling growth in air.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

Effet T°C sur la germination : RAS voir article Corbineau&al, 1995.

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1994 – F. Villeneuve, C. Luneau, J.P. Bosc, E. Nardon - Carotte: Incidence de la température sur la germination

Infos-Ctifl n°98 / Janvier-février 94 / 31-34

MOTS CLEFS

Température, vitesse de germination, effet variétal

RESUME

Etude qui observe l'incidence des basses et hautes T°C sur la germination.

Deux paramètres sont importants à considérer, le « seuil d'action des températures » et la « somme des températures ». Le seuil d'action des températures correspond au seuil (à la température) en-dessous duquel les semences ne peuvent pas germer, il est évalué à 3,5°C mais peut varier selon les espèces et les cultivars.

Les semences de carottes sont capables de germer entre 3,5 et 30°C avec un optimum environ égal à 25°C (± variable selon les variétés et lots).

Un abaissement de la T°C induit une germination plus lente (pour une gamme de 7 à 19°C).

La cinétique de germination peut-être très variable d'une variété à l'autre (nombre de jours pour germination variant du simple au double), mais aussi d'un lot à l'autre pour une même variété.

CITATIONS / DEFINITION

« (...) la vitesse de germination des semences, souvent également appelée vigueur germinative, autrement dit : estimer le temps nécessaire pour atteindre 50% de germination. »

« La vitesse des réactions biochimiques, et par conséquent, la durée de la germination des semences dépendent directement de la température (...). »

COMMENTAIRES PERSONNELS

Comme d'habitude, importance de la T°C pour la germination, les T°C trop basses ou trop élevées jouent sur la vitesse voire l'inhibition.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination, pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1995 - F. Corbineau, M.A. Picard, A. Bonnet, D. Côme - Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen
Seed Science Research, 5, 129-135

MOTS CLEFS

Température, oxygène, ordre d'ombelle, distance lignée mâle / femelle

RESUME

Toutes les semences testées germent pour une large gamme de température (5 à 35°C). Néanmoins pour des températures basses (5 – 10°C) et au dessus de 30°C, le pourcentage et la vitesse de germination est plus faible. T° optimale environ 25°C.

Les semences sont sensibles au manque d'oxygène, le niveau de sensibilité à l'hypoxie varie selon les cultivars.

Les semences de plus gros calibre (1.8-2.1 mm) germent en général mieux à 5°C et sont plus sensibles à l'hypoxie que les plus petits calibres (1.2-1.8 mm).

Les semences d'ordre I et II ont un pourcentage et une vitesse de germination supérieure aux semences d'ordre III.

Pour les hybrides, plus la distance entre les lignées mâles et femelles est importante plus le rendement grainier, le pourcentage et la vitesse de germination diminuent alors que le poids de graine augmente.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, architecture

REFERENCE DE L'ARTICLE

1996 – M.M.A. Elballa, D.J. Cantliffe - Alteration of Seedstalk Development, Seed Yield, and Seed Quality in Carrot by Varying Temperature during Seed Growth and Development
J. AMER. SOC. HORT. SCI. 121(6):1076–1081

MOTS CLEFS

Température, ordre d'ombelle, croissance, rendement

RESUME

L'étude porte sur l'effet de la T°C sur le développement de la 1ère tige, sur le rendement et la qualité des semences de carotte. La croissance des plants a lieu en conditions contrôlées à des T°C variables de jour/nuit, soit : 33/28, 28/23, 25/20, 23/18, 20/15 et 17/12°C. Les résultats sont que :

- Le nombre de jours jusqu'à floraison, la hauteur de la 1ère tige, le nb d'ombelles et le rendement décroissent linéairement avec l'augmentation de la T°C de 17/12 à 33/28°C.
- Des T°C hautes (33/28) et continues ont un effet néfaste sur la germination. L'optimum de germination a lieu à 20/15, cependant le taux de germination est plus rapide à 23/18.
- Les semences placées à 33/28 produisent des semis avec la moins bonne vigueur et inversement pour les semences à 20/15.
- Une brève exposition des plants à 33/28 durant l'anthèse ou des tout 1ers stades de développement de la semence est néfaste au rendement. Au contraire, une exposition à 33/28 pendant les derniers stades de développement de la semence a moins d'effet sur le rendement et la qualité de semence est améliorée.
- La vigueur de la lignée est fortement réduite si le développement de la semence a lieu de manière continue à 33/28 mais elle n'est pas affectée par une brève exposition pendant l'anthèse et de manière précoce ou tardive pendant le développement de la semence.

Les résultats suggèrent que de hautes T°C pendant la pollinisation, la fertilisation et les 1ers stades du développement de la graine peuvent réduire significativement le rendement et la qualité des semences.

CITATIONS / DEFINITION

"Temperature appears to be the primary environmental factor that influences a seed crop from the vegetative phase to all stages of seed development and maturation."

"(...) Hiller and Kelly (1979) who reported that high temperature reduced the development of lateral branches and decreased the total number of umbels."

"Plants kept at 33/28 °C were almost barren (*stériles*), which may reflect poor pollen viability and increased male sterility. Pollen viability is higher when carrot plants are grown at low temperature (Quagliotti, 1967)."

"Carrot seeds that developed at a day/night temperature of 30/20 °C germinated and emerged earlier than seeds that developed at 20/10 °C (Gray et al. 1988)."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Description complète des méthodes et des conditions utilisées pour la croissance des semences. Les résultats sont intéressants.

Comme on pouvait s'y attendre, la T°C est un facteur clé pour la germination et la croissance des semis mais, bien entendu, on ne peut pas la contrôler au champ.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1997 - H. Habdás, M. Staniaszek, A. Szafirowska - Cytological aspects of low carrot seeds quality

J. Appl. Genet. 38A, 1997, pp. 193-195

MOTS CLEFS

Nécroses embryonnaires, protéines stockées, cytologie

RESUME

Les traits caractéristiques des semences de carottes polonaises sont une faible FG et une mauvaise levée au champ. L'étude porte sur la variété Koral à des FG de 54 et 81%. Après 24h d'absorption, une observation de la structure de l'embryon, de l'endosperme et de la quantité de substances emmagasinées est effectuée. Pour les faibles FG, la quantité de protéines stockées est faible et des nécroses de l'embryon (pour 30% des semences) et endosperme (50%) apparaissent. Chez les fortes FG, on observe seulement des nécroses de l'endosperme pour 10% des semences.

Des changements pathologiques de l'embryon et de faibles réserves de substances pourraient directement induire une faible FG.

La préparation des semences s'effectue de la sorte : 24h d'absorption, fixation avec du chromoacétoformalin, prise dans de la paraffine et coloration avec de la safranine O et du « fast green ».

CITATIONS / DEFINITION

"The bad quality of seeds may be caused by various factors e.g., genotype, bad conditions of developing and maturation, position in the plant, not suitable time of harvest or bad conditions of storage (Hawthorn et al. 1961, Austin, Longden 1967, Gray, Steckel 1983, Steiner and Akintobi 1986, Duczmal and Tylkowska 1990, Gorecki 1995)."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Les conclusions des auteurs de cette brève étude sont peut-être un peu rapides, bien que l'aspect cytologique de la mauvaise FG semble indubitable. Reste maintenant à savoir quels facteurs (*cf.* partie CITATIONS / DEFINITION, ou autres (ravageurs, maladies, ect.)) provoquent ces nécroses embryonnaires.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

2003 – Integrative Seed Biology – Oregon State University - Carrot seed reseach [en ligne]
Disponible sur < <http://hort.oregonstate.edu/isb/carrotseed.html> > (consulté le 12/06/12)

MOTS CLEFS

Embryogénèse, imbibition

RESUME

Chez les semences de carottes, l'embryon n'a pas fini son développement pendant la phase de dessiccation de la graine. Des semences apparemment matures contiennent des embryons immatures. Différents tissus (épiderme, procambium) sont différenciés et distinguables dans l'embryon mais les cotylédons et l'axe sont très petits comparés à la taille de la semence à maturité.

L'embryon immature est localisé dans la région du micropyle au début de l'imbibition puis s'étend dans la partie latérale pendant son élongation. Cela intervient en même temps que l'agrandissement des cavités, très certainement causé par la dégradation enzymatique de l'endosperme.

D'après cette étude, l'endo- β -mannanase semble impliqué dans la dégradation de l'endosperme. Mannan est l'un des majeurs carbohydrate présent dans l'endosperme des semences des ombellifères. Ce carbohydrate n'est pas détecté au début de l'imbibition mais il est observé 18h après le début de l'imbibition dans la région du micropyle de la semence. Il augmente pendant 24 à 30 h dans la région latérale de la semence et se stabilise au bout de 36h. L'endo- β -mannanase est présent avant l'émergence de la radicule.

L'augmentation de la taille de l'embryon débute 12h après le début de l'imbibition. Au bout de 36h d'imbibition, les embryons semblent avoir terminé leur développement, sa taille représente les deux tiers de la longueur de la semence, et commence son processus de germination avec l'émergence de la radicule.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Article à récupérer :

Tanja M. Homrichhausen, Jessica R. Hewitt and Hiroyuki Nonogaki, 2003. Endo- β -mannanase activity is associated with the completion of embryogenesis in imbibed carrot (*Daucus carota* L.) seeds. *Seed Science Research* 13, 219-227.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

2003 – T. Kobayashi, K. Higashi, H. Kamada - 4-Hydroxybenzyl alcohol accumulates in flowers and developing fruits of carrot and inhibits seed formation
Plant. Physiol. 160. 713-716 (2003)

MOTS CLEFS

Facteur inhibiteur, 4HBA : 4-hydroxybenzyl alcohol, embryogénèse

RESUME

Le 4HBA s'accumule dans les fleurs et les fruits (matures ou non) mais n'est pas présent dans les tissus végétatifs. La concentration de 4HBA est la plus élevée après floraison (max 0 -10 JAF – stade précoce de l'embryon globulaire) et diminue ensuite avec le développement des semences.

L'application exogène de 4HBA sur des fruits immatures de carotte inhibe la formation de la semence. Une majorité de semences traitées au 4HBA ne présentait pas d'embryon mature. Les résultats indiquent que la production et l'accumulation de 4HBA intervient pendant le développement de la semence et qu'il a un effet inhibiteur sur la formation de la semence.

CITATIONS / DEFINITION

“Carrot suspension-cultured cells produce some stimulatory factors, as well as the inhibitory factors (Higashi et al. 1999). Hanai et al. (2000) identified the stimulatory factors as phytosulfokines, which are disulfated oligopeptide growth factors. Phytosulfokines induce somatic embryogenesis by promoting cell proliferation, which is essential for the initiation of somatic embryo formation (Kobayashi et al. 1999). We are now attempting to detect the presence of phytosulfokines in developing carrot seeds and analyzing the effects of these regulatory factors on the process of embryo development.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

Faire des recherches sur les phytosulfokine et autres facteurs stimulant de l'embryogénèse à partir des articles référencés :

Higashi K, Daita M, Kobayashi T, Sasaki K, Harada H, Kamada H (1999) Plant Cell Rep 18: 2–6

Hanai H, Matsuno T, Yamamoto M, Matsubayashi Y, Kobayashi T, Kamada H, Sakagami Y (2000) Plant Cell Physiol 41: 27–32

Kobayashi T, Eun C-H, Hanai H, Matsubayashi Y, Sakagami Y, Kamada H (1999) J Exp Bot 50: 1123–1128

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

2005 – W. Kiszczak, K. Gorecka, D. Krzyzanowska, U. Kowalska - Size of flower buds in carrot (*Daucus carota* L.) as an indicator of a stage of microsporogenesis and its suitability for induction of androgenesis

Vegetable Crops Research Bulletin 62

MOTS CLEFS

Embryogénèse, androgénèse, microsporogénèse

RESUME

Etude sur la microsporogénèse de carotte visant à trouver le stade optimal pour l'initiation de l'androgénèse dans une culture d'anthère et à établir une corrélation entre ce stade et la taille du bourgeon en tant que marqueur externe.

Trois gammes de taille de bourgeon sont testées - 0,7-0,9mm ; 1,0-1,3mm ; 1,5-1,8mm - pour 7 variétés (Feria F1, HCM, Nerac F1, Perfekcja, Monanta, Berjo, Splendid F1).

Pour évaluer l'effet de la microsporogénèse sur l'androgénèse, les anthères de 2 variétés (connues pour avoir la plus haute capacité embryogénétique) sont, après séparation en fonction de la taille, disposées sur un milieu propice à la formation d'embryons.

Le stade de développement de la microspore est fortement corrélé à la taille du bourgeon et dépend du génotype, qui détermine la microsporogénèse.

Pour obtenir un nombre maximal d'embryons dans une culture d'anthère, les bourgeons contenant le plus haut % de microspores au stade uninucléé doivent être choisis.

CITATIONS / DEFINITION

"To obtain homozygotic lines, intended as components of F1 hybrid cultivars, inbreeding is carried out, which in carrots is associated with strong depression. Therefore a huge amount of plant material is necessary for breeding. The inbreeding in carrot typically takes from 6 to 8 years. Use of in vitro anther culture enables to obtain completely homozygous plants in just a few months."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Méthode d'embryogénèse.

Problème de génétique (*cf* Citations/Définitions) ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

2005 – R.R. Lada, A. Stiles, T.J. Blake - The effects of natural and synthetic seed preconditioning agents (SPAs) in hastening seedling emergence and enhancing yield and quality of processing carrots
Scientia Horticulturae 106 (2005) 25–37

MOTS CLEFS

SPAs, émergence, humidité du sol, rendement

RESUME

Expérimentation réalisée en Nouvelle-Ecosse, sur 2 saisons (2001 et 2002), pour étudier les effets de plusieurs agents synthétiques et naturels de préconditionnement (?) des semences (SPAs) sur la levée des semis et sur le rendement et la « recovery » (*je n'arrive pas à comprendre ce qui est mesuré avec ce mot, parlent-ils de résilience, ce qui ne semble pas quantifiable ?*). Les variétés utilisées sont l'Oranza et la Chantenay cœur-rouge. Les semences sont préconditionnées en les trempant dans des solutions aqueuses contenant différents SPAs (Ambiol, GB et BP2).

Les mesures sont effectuées sur l'émergence des semis, l'humidité et la température du sol, le rendement et la recovery finaux des différentes classes de racines (classes basées sur le diamètre). Le BP2 et le GB en 2001 et le BP2 et l'Ambiol en 2002 ont amélioré significativement la levée. Les résultats sont significativement différents entre les 2 variétés. Les conditions de saison ont altéré la réponse des SPAs entre 2001 et 2002. Au final, les SPAs ont favorisé l'émergence des semis quand l'humidité du sol a chuté (le BP2 a été le plus efficace). Un prétraitement à l'eau a été lui aussi efficace (SPA naturel dans les semences de carottes ?).

Par contre, le rendement et la qualité finaux n'ont pas été améliorés par l'utilisation de SPAs, en 2002.

CITATIONS / DEFINITION

"The differential response of SPAs on yield between 2001 and 2002 may be due to variations in soil moisture during the early period of seedling emergence. It is also possible that other factors such as soil fertility, cumulative rainfall, and cumulative degree days, which differed between the two field seasons, may have also contributed to the variation in yield response during 2001 and 2002."

" (...) it is possible that the carrot seeds may contain similar emergence enhancing, antistress,

antioxidant compounds promoting seed germination and seedling emergence."

"Increasing seeding rates and plant population beyond certain threshold did not enhance carrot yield (Rajasekaran et al., unpublished data)."

COMMENTAIRES PERSONNELS

L'article est un peu confus dans la présentation des résultats et sur les termes utilisés.

L'utilisation de SPAs pourrait favoriser l'émergence des semis dans certaines conditions.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 - A. Geard, C.J. Spurr, P.H. Brown - Embryo development and time of cutting in cool temperature carrot seed crop

Seeds: biology, development and ecology. Proceedings of the Eighth International Workshop on Seeds, Brisbane, Australia, May 2005 2007 pp. 120-129

MOTS CLEFS

Taille de l'embryon, date de récolte, teneur en chlorophylle, Tasmanie, embryogénèse, maturation

RESUME

Une étude conduite dans le sud ouest de l'Australie de 2002 à 2004 a identifié qu'une des causes majeures des problèmes de germination était liée à la présence de semences avec un embryon rudimentaire (de petite taille/ sous développé).

L'objet de cette étude était d'étudier les relations entre la taille de l'embryon, la date de récolte, la qualité et le rendement des semences sur 3 types de variétés (Nantaise, Amsterdam et Kuroda) en 2004.

Relation taille de l'embryon et germination

Relation positive entre la germination et le pourcentage de semences avec un embryon > 7mm.

Les cotylédons et racicules des embryons de moins de 7 mm ne sont pas complètement différenciés.

Modèle de développement de l'embryon

Dans les conditions de l'essai, la taille max de la semence est atteinte 40 à 60 après pleine floraison (PF) mais le développement de l'embryon continue jusqu'à 90 après PF.

Il y a un écart de 7 à 12 entre le développement des embryons des semences d'ordre II par rapport à ceux d'ordre I

Etude de la date de récolte

La faculté germinative est supérieure à 85% pour les semences récoltées entre 55 et 87 après PF, mais le risque de perte de rendement par égrenage augmente.

Evaluation des indicateurs de la maturité des semences

La teneur en chlorophylle des semences apparaît être un meilleur indicateur de la maturité que la teneur en eau des semences ou la somme de T°C (base 10) après PF. Pour des lots avec des germinations > à 85% la teneur en chlorophylle est inférieure à 7µg/ml

Les résultats obtenus laissent penser que la présence d'embryon rudimentaire est liée à la date de coupe trop précoce. Les pratiques actuelles de récolte apparaissent peu appropriées aux climats froids tempérés pour optimiser la qualité des semences.

CITATIONS / DEFINITION

« Gray (1979) a trouvé que quand il existait des différences de germination entre les ordres d'ombelle, il y avait une corrélation positive entre le pourcentage de germination et la taille de l'embryon ».

« Hémisphère nord date de coupe : 50 à 79 jours après la 1^{ère} floraison (dépend du climat et du cultivar) »

Dans les études précédentes, « taille maxi de l'embryon 60 à 75 jours après la première floraison (Gray&al, 1984 ; Steckel&al, 1984) »

« Dans une étude précédente, les lots de semences avec des teneurs en chlorophylle < 6µg/ml enregistraient les meilleures FG » (Steckel&al, 1989 – correspond au Joyce&al, 1989)

COMMENTAIRES PERSONNELS

CB carotte 2008-2011 : taille embryon max 40 jours après PF.

Teneur en chlorophylle : voir article de Steckel &al, 1989 qui a aussi utilisé cet indicateur de maturité.

Relation taille de l'embryon et germination : cela a-t-il est confirmé dans le CB carotte 2008-2011 ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 - W.M. Nascimento, J.V. Vieira, G.O. Silva, K.R. Reitsma, D.J. Cantliffe -Carrot seed germination at high temperature: Effet of genotype and association with ethylene production

HortScience 43 (5): 1538-1543

MOTS CLEFS

Ethylène, thermo-tolérance

RESUME

Les hautes T°C sont mauvaises pour la germination des graines, même chez des génotypes tropicaux plus tolérants aux T°C élevées.

L'étude vise à caractériser la capacité de variétés à germer et à déterminer la production d'éthylène pendant l'imbibition à hautes T°C. 35 variétés commerciales et 125 *accessions* [1] sont étudiées à 25°C (optimal) et 35°C à lumière constante.

Plusieurs génotypes sont thermo-tolérants et peuvent germer au dessus des 80%. Chez ces thermo-tolérants, la production d'éthylène pendant la germination (et notamment l'imbibition) à haute T°C est plus importante. Des corrélations élevées sont observées entre les 1^{ères} germinations à 35°C et la production d'éthylène (PE)($r=0,91$), la germination totale à 35°C et la PE ($r=0,84$), et le ratio de thermo-tolérance et la PE ($r=0,97$).

La capacité des semences de carotte à germer à T°C élevées est dépendante du génotype.

La quantité d'éthylène produite pourrait servir d'indicateur de thermo-tolérance lors de tests sur des génotypes, mais seulement avec des semences de haute qualité.

CITATIONS / DEFINITION

"Carrots seeds germinate over a range from 10 to 35°C (Rubatzky et al., 1999) with an optimal range of 25 to 30°C (Corbineau et al., 1994)."

-> différent par rapport à d'autres publi

"(...) for the creation of a dendrogram based on the unweighted pair group method using the arithmetic averages clustering algorithm and determination of a cophenetic correlation coefficient between the matrix and the clusters."

"In open-pollinated cultivars such as 'Brasilia', there is still high genetic diversity, which is one of the reasons why seed quality standards do not appear to be very well defined, leaving high variation in seed quality in terms of germination and vigor (Vieira et al., 2005)."

"In other species such as lettuce, the ability to produce ethylene during high temperature stress corresponded with their ability to germinate."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Il ne s'agit pas de traitements à l'éthylène qui favoriseraient la germination, mais d'un indice de détection de génotypes thermo-tolérants.

[1] Accession : A collection of plant material from a particular location. An accession is assigned an identification number, which usually is preceded by the abbreviation PI (plant identification). Voir aussi Germsplam

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination, architecture

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 – R. S. Pereira, W. M. Nascimento, J. V. Vieira - Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders.
Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), v.65, n.2, p.145-150, March/April 2008

MOTS CLEFS

Stress thermique, vigueur, levée

RESUME

Plusieurs facteurs influencent la bonne levée de la culture. Des températures élevées (35 – 40°C) peuvent retarder ou inhiber la germination au champ.

Les ombelles d'ordre supérieur ont une qualité physiologique meilleure que les ordres inférieurs. Leurs semences montrent aussi de meilleures performances dans les conditions difficiles. De même, les semences d'âges différents montrent des différences de vigueur, ce qui joue sur la levée, en particulier sous des conditions défavorables.

L'étude se base sur les variétés Brasília et Alvorada, pour tester l'effet de la T°C élevée et de l'ordre d'ombelle - Incubations des semences à des T°C variant de 20 à 36°C et récolte séparée pour les ordres I, II et III -.

Les tests effectués sont les suivants : germination à 20 (optimum) et 35°C, maturation accélérée, froid, émergence des semences sous serre et poids de 100 graines.

Les températures élevées réduisent la germination, les semences germent mieux à 20°C que à 35 ou 36. Les semences des ordres I et II, de même que les lots de semences les moins âgées, ont une meilleure vigueur et germent à de + hautes T°C. De manière générale, plus on monte dans l'ordre d'ombelle, plus un stress thermique (froid ou chaud) affecte la germination. De même, plus les lots de graines sont conservés longtemps, plus leur vigueur diminue et leur levée est difficile.

CITATIONS / DEFINITION

“The size, vigor and germination of carrot seeds, which determine the seed quality, vary according to the umbel order (Hawthorn & Toole, 1962; Castro & Andrews, 1971; Gray & Steckel, 1983; Krarup & Villanueva, 1977; Viggiano, 1984; Nascimento, 1991; Rodo et. al., 2001).”

“As superior umbels usually produce seeds with higher germination and vigor, the primary and secondary umbels could be harvested separately and used in regions and/or at sowing times where conditions of more stress, including high temperatures, occur.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

Chez nous, la production des ombelles I n'est peut-être plus assez importante pour donner une bonne FG.

Pourquoi ? Les « punaises » attaquent-elles de manière plus importante les OI (durée de présence des OI sur la parcelle plus longue) ? Autres facteurs ?

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 - M.L. Casals, F. Corbineau, V. Le Clerc, B. Bosc, M.R. Mannino - Recherche de l'origine de l'absence de germination des semences de carotte
Rapport de synthèse - Contrat de Branche 2009-11 - Convention 2008-08 FNAMS – Carotte

MOTS CLEFS

Acquisition des propriétés germinatives, sucres solubles, acides gras, lipides, typologie des semences non germées, date de récolte, floraison, maturation, climat

RESUME

Ce programme a été conduit dans le cadre d'un partenariat entre la FNAMS, l'Université Pierre et Marie Curie-Paris 6 (Equipe Physiologie des Semences de l'UR5), l'INH (Agrocampus ouest), l'UFS (ex FNSP) et la SNES sur une durée de 3 ans (2009-11). Le programme scientifique est sous la responsabilité de la FNAMS.

Les objectifs de ce programme étaient de :

- Acquérir des références sur :
 - Le développement de l'embryon
 - L'évolution de la teneur en sucres solubles, en acides gras, des lipides pendant la phase de développement de l'embryon
 - L'élaboration de la qualité germinative
- Déterminer la typologie des semences non germées
- Identifier les facteurs agro-climatiques explicatifs

Principaux résultats

Acquisition de références

La longueur moyenne de l'embryon varie entre 2,3 et 3,1 mm, la taille de l'embryon devient maximale après environ 39 jours après la floraison, Il n'existe aucune relation entre l'aptitude à la germination et la taille de l'embryon.

La teneur en ombelliférose des semences atteint des valeurs de l'ordre de 40 mg/mg dès 45 jours après la floraison, puis se stabilise. La composition en acides gras des lipides de réserves n'évolue plus à partir de 31 jours après la floraison et aucun lien n'a pu être mis en évidence entre la qualité germinative et la teneur en acide gras des lipides totaux, cependant il existe une relation étroite avec l'organisation des lipides évaluée par l'énergie absorbée lors de la fusion de la forme β' des lipides.

Des semences âgées de moins de 30 jours sont immatures. Après séchage et mise en germination, ces semences ne germent pas et pourrissent.

Il faut attendre 40 jours après floraison (soit 700°C cumulés depuis la floraison), pour que l'embryon atteigne sa taille maximale et la semence son poids maximum. C'est également à partir de ce stade que la faculté germinative (pourcentage de plantules normales après 14 jours de mise en germination à 20°C – norme Ista) devient maximale.

Toutefois, il faut encore attendre une dizaine de jours (50 jours après floraison) pour atteindre une vigueur maximale (vitesse de germination, germination à des températures suboptimales). Quelle que soit la date de floraison ou l'ordre de l'ombelle, la vitesse de développement des semences semble suivre un schéma équivalent.

Typologie des semences non germées saines

L'observation des semences non germées fait apparaître que :

- ces semences non germées sont majoritairement saines, ce qui exclut a priori une origine pathologique des défauts de germination
- une proportion significative d'entre elles présente une anatomie a priori normale (présence d'embryon, d'albumen...), sauf que l'embryon présente alors souvent une petite zone « nécrosée », où les tissus paraissent morts
- une autre proportion non négligeable est constituée de semences sans embryon.

Facteurs explicatifs des défauts de germination

L'étude des variables climatiques et agronomiques semble montrer que des conditions climatiques fraîches (température moyenne <20°C), des faibles rayonnements (Rayonnement faible <500 cal.) pendant la phase « floraison- récolte » engendrent une baisse de la qualité germinative des semences. Il apparaît aussi que la conduite hydrique pendant cette phase permettait d'expliquer partiellement la diminution de la faculté germinative. Cette étude ne permet pas de mettre en évidence un effet de la conduite phytosanitaire, ni de la fertilisation azotée

Par ailleurs il apparaît que pour des teneurs en eau des ombelles élevées à l'andainage (75%), des conditions de dessiccations brutales soient défavorables pour la qualité germinative. Cet effet n'a pu être mis en évidence pour d'autres teneurs en eau des ombelles à l'andainage.

Une date de récolte plus tardive favorise la faculté germinative, de même qu'un pic de floraison plus précoce et groupé. Par contre, aucun effet sur les semences non germées saines avec embryon nécrosés n'a été mis en évidence.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – M.S. Watt, M. Bloomberg - Key features of the seed germination response to high temperatures
New Phytologist (2012) 196: 332–336

MOTS CLEFS

Modèle mathématique, température optimale, taux de germination

RESUME

Il existe un optimum de T°C pour la germination des semences (To) défini par la T°C du sol à laquelle le % de germination le plus élevé est atteint dans un laps de temps le plus court possible. Deux éléments rarement évoqués dans la littérature sont importants dans la germination :

- To n'est pas une T°C spécifique mais plutôt une gamme de T°C avec un pic curviligne dans le plan représentant la relation « Taux de germination vs T°C » (GR-T)
- la réponse de GR-T varie en fonction du centile de la population des semences étudiées où 100 centiles représentent une germination de 100%. Les semences germant rapidement (centiles faibles) ont des valeurs de To et Tc (T°C plafond) plus élevées en comparaison des semences germant moins rapidement (centiles hauts) qui ont des valeurs de To et Tc plus basses.

Un modèle cité est que les réactions cinétiques de germination sont directement et linéairement inhibées par l'augmentation de la T°C au dessus de To. Une explication complémentaire est fournie en utilisant une modification du modèle de l' « hydrothermal time » (HTT) (le modèle HTT est un modèle seuil qui prend simultanément en compte les % et les taux de germination).

L'explication de l'inhibition de la cinétique de germination par la dénaturation thermique des enzymes n'apparaît pas, en réalité, entre To et Tc. Il est plus probable que la baisse du GR soit due à un décalage vers le haut du potentiel hydrique de la semence.

La relation entre To et la germination pourrait être une réponse de la graine si jamais elle germe trop tôt ou trop tard par rapport à l'optimum temporel de la mise en place du semis. Notamment pendant la période sèche, quand la T°C du sol est fréquemment au dessus de To, si une pluie intervient, les semences devraient germer rapidement pour utiliser rapidement l'humidité du sol qui s'évapore. Cependant, une germination trop précoce en conditions sèches peut entraîner la mort par dessiccation. De ce fait, une petite partie des semences germent rapidement après la pluie pendant que l'autre partie attend des conditions plus fraîches avec moins de risque de dessiccation.

CITATIONS / DEFINITION

Le schéma est plus parlant

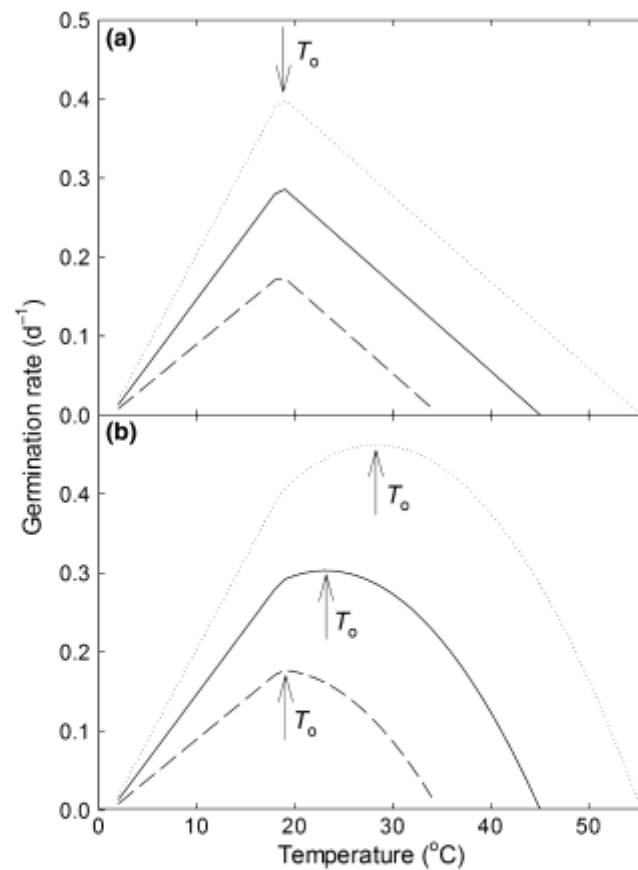


Fig. 1 Predicted relationship between temperature and germination rate (GR-T) using the hydrothermal time (HTT) model for *Daucus carota* (carrot) assuming the rate of thermal time accumulation is (a) constant or (b) increases above the optimum germination temperature (T_o). On both panels, predictions are shown for the fifth (dotted line), 50th (solid line) and 95th (dashed line) percentiles. Parameter values for the HTT models are taken from Watt *et al.* (2011). Base temperature (T_b) and ceiling temperature (T_c) occur where the plotted lines for GR-T intersect the x axis at the left-hand and right-hand sides, respectively.

COMMENTAIRES PERSONNELS

La T°C est encore définie comme étant un facteur clé de la germination. Cette fois-ci il est question de T°C du sol. Les modèles mathématiques sont relativement complexes.

GERMINATION : Synthèse bibliographique

La germination a été étudiée de nombreuses fois au niveau de la graine en elle-même, mais aussi *via* des expérimentations faisant varier des facteurs abiotiques ou propres au développement végétatif des plantes.

○ Germination chez les ombellifères

Les problèmes de germination chez les ombellifères ne sont pas nouveaux. Des études anciennes (Borthwick, 1931 ; Flemion & Uhlmann, 1946) font déjà état d'une grande variation de la capacité germinative des graines fraîches chez les Ombellifères.

Dans son article de 1988, Dean identifie deux causes principales à la non germination. D'une part les graines sans embryons (dues par exemple aux attaques de *Lygus*) et d'autre part les graines avec embryons immatures (dues aux conditions de croissances ou de récolte, c'est-à-dire température, espacement des rangs, fertilisation, période d'irrigation, etc.)

○ Embryogénèse

Il existe une relation positive entre la taille de l'embryon et le nombre de cellule de l'embryon. La relation entre ces 2 paramètres n'est pas affectée par la densité de plante, la date de récolte, la position de la semence sur la plante porte-graine, mais elle est affectée par l'année de production s'expliquant par des différences de températures pendant la période de croissance de la semence (Gray et al., 1984).

De plus il existe une corrélation positive entre la durée de germination et la longueur de l'embryon, et entre le pourcentage de germination et la longueur de l'embryon.

Une relation linéaire négative entre le pourcentage de germination et la teneur en eau des semences ainsi qu'avec la teneur en chlorophylle a+b et la dureté de la graine est aussi définie (Joyce et al., 1989).

○ Ordre d'ombelle

La réduction du nombre d'ombelles par plante augmente le poids et la taille des graines mais pas leur viabilité et en conditions extérieures, la germination des graines des ombelles primaires (OI) est plus élevée que celle des OIII, alors que sous serre, la différence est minime (Quagliotti, 1967).

De plus, la qualité des graines à l'intérieur de chaque ordre d'ombelle (évaluée par le % et le taux de germination, la croissance des semis, la longueur de l'embryon et les semences anormales ou sans-embryons) n'est pas affectée par la densité, mais diminue significativement des OI vers les OIII, selon Oliva et al. (1988).

De manière générale, plus on monte dans l'ordre d'ombelle, plus un stress thermique (froid ou chaud) affecte la germination (Pereira et al., 2008).

○ Calibre des semences, vigueur et levée

Les plus petites semences semblent germer plus rapidement que les grosses, cependant, les grosses semences ont une « force » d'émergence plus importante que les petites (Villeneuve et al., 1993).

De même, lorsqu'un évènement climatique important survient (pluie orageuse par exemple), la mortalité est moins importante pour les gros calibres. Dans des situations de croûtes du sol (battance), les grosses émergent plus rapidement (meilleure capacité à

traverser la croûte de battance) que les petites et dans les périodes sèches, c'est l'inverse (Villeneuve et *al.*, 1993). Il est aussi à noter qu'une légère hypoxie (15% d'oxygène) est suffisante pour gêner la germination (Corbineau & Côme, 1989).

La profondeur du semis semble être un facteur important pour la levée et la croissance des plantules, elle peut provoquer un retard du début des émergences.

Corbineau et *al.*, à la suite de leur étude de 1995, indiquent que, pour les hybrides, plus la distance entre les lignées mâles et femelles est importante plus le rendement grainier, le pourcentage et la vitesse de germination diminuent alors que le poids de graine augmente.

○ Température

Les semences de carottes sont capables de germer entre 3,5 et 30°C avec un optimum environ égal à 20-25°C (plus ou moins variable selon les variétés et lots), les températures élevées réduisent la germination (Villeneuve et *al.*, 1994).

De hautes températures pendant la pollinisation, la fertilisation et les premiers stades du développement de la graine peuvent réduire significativement le rendement et la qualité des semences (Elballa & Cantliffe, 1996). En outre, l'action négative des températures basses sur la germination augmente avec la profondeur de semis.

○ Densité

Augmenter la densité de plantes réduit le nombre de graines par plante, surtout à cause du nombre plus faible d'ombelles produites (Gray et *al.*, 1983). En parallèle, la contribution des Ombelles I sur le rendement augmente avec la densité, celle des OIII diminue (Noland et *al.*, 1988)

Aucune relation entre la densité de plantes et les paramètres de % de germination, taux de germination et poids des graines n'est trouvée. Ainsi, la densité de plantes peut être utilisée pour augmenter le rendement mais pas pour améliorer la qualité des semences, selon Noland et *al.* (1988)

○ Date de récolte et maturation

La date de récolte est un facteur important pour avoir des graines homogènes en taille et maturité, tout en sachant que la maturation de la graine a un lien direct avec le taux de germination.

Malgré tout, même pour une date de récolte optimale, on aura toujours des graines immatures (Tucker & Gray, 1986).

De plus, il semblerait que la faculté germinative soit acquise très tôt et qu'une récolte anticipée de 10 à 20 jours ne soit pas nuisible à la germination lorsque la pollinisation a été bonne et que les conditions de dessiccation sont favorables, d'après Bonnet (1993).

Cependant, Geard et *al.* (2007) pensent que la présence d'embryon rudimentaire est liée à la date de coupe trop précoce et que les pratiques actuelles de récolte apparaissent peu appropriées aux climats froids tempérés pour optimiser la qualité des semences.

IMPLANTATION

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Implantation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1996 – E. Roose - Méthodes de mesure des états de surface du sol, de la rugosité et des autres caractéristiques qui peuvent aider au diagnostic de terrain des risques de ruissellement et d'érosion, en particulier sur les versants cultivés des montagnes
Bulletin - Réseau Erosion, 1996, (16)p. 87-97

MOTS CLEFS

Erosion, ruissellement, infiltration, méthodes, états de surface du sol, pente, rugosité, surfaces fermées, surfaces

RESUME

Dans le cadre de la problématique sur l'érosion des sols, et le ruissellement, des techniques sont ici développées pour tenter d'évaluer le taux d'infiltration du sol dans les zones cultivées.

Pour interpréter les observations de la dynamique de l'infiltration, et tenter de l'extrapoler du m² à la parcelle agricole, il est nécessaire d'évaluer les paramètres les plus significatifs des états de surface du sol. Des méthodes sont décrites et discutées pour définir l'état d'humidité préalable du sol, les surfaces fermées, les surfaces ouvertes, les surfaces couvertes, la rugosité (méthode de la chaînette), la pente moyenne, la capacité d'infiltration de la surface du sol soumis à différentes techniques culturales.

Ces techniques ont été mises au point progressivement sur terrains cultivés, où les états de surface évoluent beaucoup plus vite que dans le milieu naturel.

CITATIONS / DEFINITION

« Les problèmes posés par le ruissellement et l'érosion sont nombreux et variés. Aussi, avant de proposer des méthodes de lutte antiérosive, est-il nécessaire de mettre au point des outils simples et performants pour aider, dans chaque paysage, au diagnostic de l'origine du ruissellement, de l'érosion et des risques de dégradation en fonction des systèmes de culture développés par les exploitants agricoles tout au long des versants. »

« Les paramètres explicatifs les plus significatifs sont : l'humidité préalable des dix premiers centimètres du sol, les surfaces fermées (%), ouvertes (%) et couvertes (%), la rugosité, la pente et la capacité d'infiltration de chaque horizon. »

« Les méthodes simples, rapides et peu coûteuses décrites dans cet article, peuvent aider à poser un diagnostic sur l'origine du ruissellement ... donc de l'érosion en rigoles et ravines. »

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ces méthodes peuvent être applicables à nos zones cultivées, en vue d'optimiser la qualité du sol, et de réduire l'érosion.

Concernant la problématique carottes, comment établir un lien entre rendement des PG carottes, érosion et infiltration ?

Meilleure infiltration = moins d'arrosage, meilleure utilisation de l'eau par les plantes ?

MALADIES

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Maladies, Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1974 - J. Giannotti, C. Louis, F. Leclant, G. Marchoux, C. Vago - Infection à mycoplasmes et à micro-organismes d'allure rickettsienne chez une plante atteinte de prolifération et chez le psylle vecteur de la maladie
C. R. Acad. Se. Paris, t. 278

MOTS CLEFS

Mycoplasme, rickettsies, psylle, jaunisse

RESUME

Article à rapprocher de celui concernant *Trioza nigricornis* (Leclant, 1974 FL).

Les auteurs élèvent des psylles *T. nigricornis* sains sur des plantes saines et des psylles contaminés sur des plantes contaminées.

Des fragments de chaque type énoncés ci-dessus sont prélevés et observés au microscope électronique.

Dans les carottes contaminées on observe des germes mycoplasmiques et des germes bactériens, tous 2 transmis vraisemblablement par le même vecteur.

Chez les psylles contaminés on observe des éléments mycoplasmiques possédant une membrane, et des micro-organismes intracytoplasmiques dont les auteurs pensent qu'ils sont à rapprocher des rickettsies.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Voir commentaires Leclant, 1974 FL

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

1990 - J. Aletru, F. Rouxel - La protection contre les maladies de la carotte porte graine
Bulletin FNAMS semences 1990

MOTS CLEFS

Maladies

RESUME

Panorama complet des maladies affectant la culture de porte graine de carotte et des méthodes de luttés envisagées ; les maladies racinaires, les maladies racinaires-foliaires, les maladies foliaires et enfin les bactéries et virus.

Sur les racines :

- Rhizoctonia violacea ; polyphage et persistance dans le sol nécessite une rotation très longue
- Sclerotinia, sclerotiorum ; très polyphage, les rotations ne sont pas suffisantes
- pythium violae ; moindre importance en production de semence

Sur racines et feuilles :

- Stemphylium radicinum (Alternaria radicina), favorisé par humidité et forte température.

Sur feuilles :

- Alternaria dauci ; brûlure des feuilles
- Cercospora carotae ; tâches circulaires sur les feuilles
- oïdium (Erysiphe umbelliferarum et Leveillula taurica)
- Spetoria carotae ; petites nécroses du feuillage

Les bactérioses dues à Xanthomonas campestris p.v. caratovora et Erwinia caratovora disséminées par les pluies

Les viroses :

- Motley Dwarf

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

L'article insiste sur les symptômes des parasites et des méthodes de lutte de la carotte porte graine, sans liaison précise avec l'influence sur la qualité grainière produite.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

1994 – M.M. Beresniewicz, K.W. Duczmal - The effect of environmental conditions on carrot seed health
Plant Varieties and Seeds (1994) 7, 151-160

MOTS CLEFS

Sol, Alternaria

RESUME

Sur 4 ans, étude de productions de carotte en Pologne dans 5 conditions de sol et climatiques différentes.

L'Alternaria radicina fut le pathogène le plus présent, plus que l'Alternaria dauci (un peu plus présent en régions plus chaude).

Des analyses sanitaires et de germination sont réalisées. Les semences les plus infectées germent le moins mais ce critère n'est pas le seul à prendre en compte.

Un fort taux de matière organique dans le sol augmente la présence de Chaetomium elatum, antagoniste du développement de l'Alternaria. Cet effet est plus grand que l'effet des conditions météorologiques sur le taux de contamination par Alternaria radicina.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies, germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

1994 - A.I. Szafiroska - The correlation between mother plant architecture, seed quality and field emergence of carrot

Acta Horticulturae 354, 1993 93 - First International Workshop on Carrot

MOTS CLEFS

Semences contaminées

RESUME

La qualité des semences de carotte produites est comparée à la morphologie des plantes mères utilisées et notamment le positionnement des semences par rapport aux ombelles (primaires ou secondaires).

Une très forte corrélation négative est observée entre semences malades et germination ; les semences issues des ombelles primaires étant de qualité généralement supérieure, avec un poids de 1000 semences supérieur de 50 %, des germinations supérieures de 18-24 % et des plantules issues de ces semences moins contaminées (13-23 %).

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

1995 – K. Tylkowska, J. Grabarkiewicz-Szczesna - Toxinogenicity of *Alternaria alternata* isolates from carrot seeds and seedlings
Seed Science and Technology, 23, 877-879, 1995

MOTS CLEFS

Alternaria

RESUME

La présence d'*Alternaria alternata* sur semences et plantules de carottes est commune. Ce champignon, polyphage, bien que pathogène facultatif peut engendrer des problèmes de germination/levée des semences sous certaines conditions.

L'étude est menée sur des semences porteuses d'*Alternaria alternata* en l'absence de tout autre *alternaria*.

Les présences de toxines plus importantes sur les semences ou les plantules pourries montrent l'incidence négative que peut avoir ce champignon sur la qualité germinative.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

1997 – K.A. El-Tarabily, G.E.J. Hardy, K. Sivasithamparam, A.M. Hussein, I.D. Kurtböke - The potential for the biological control of cavity-spot disease of carrots, caused by *Pythium coloratum*, by streptomycete and non-streptomycete actinomycetes
New Phytol. (1997), 137, 495-507

MOTS CLEFS

Pythium

RESUME

Des isolats (55) d'Actinomycetes isolés dans la rhizosphère de la carotte sont testés pour leur antagonisme contre le développement du cavity spot (*Pythium coloratum*).

7 isolats de ces bactéries réduisent l'incidence du cavity spot en expérimentation sous serre.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

2003 – K. Tylkowska, J. Grabarkiewicz-Szczesna, H. Iwanowska - Production of toxins by *Alternaria alternata* and *Alternaria radicina* and their effect on germination of carrot seeds
Seed Science and Technology, 31, 309-316, 2003

MOTS CLEFS

Alternaria

RESUME

La production de toxines est comparée entre isolats d'*Alternaria alternata* et *radicina*.

Alternaria radicina produit seulement de la Radicinine, non produite par les souches d'*alternata*.

Les souches d'*Alternata* produisent diverses toxines dont la quantité dépasse largement celle produite par *radicina*.

Toutes les toxines produites ont un effet négatif sur la germination des semences.

La production d'acide tenuazonique est favorisée par la présence conjointe de *radicina* et d'*alternata* ce qui explique la toxicité plus grande quand les deux champignons sont présents plutôt que *radicina* seul.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

2004 - Lindrea J. Latham, Roger A.C. Jones - Carrot virus Y: symptoms, losses, incidence, epidemiology and control
Virus Research 100 (2004) 89-99

MOTS CLEFS

Virus

RESUME

Un nouveau virus, le virus y de la carotte (CarVY), un potyvirus, est identifié sur les cultures de carotte en Australie.

Les plantes infectées précocement ou tardivement présentent des racines chétives ou déformées. Ce virus, transmis par pucerons, doit avoir une incidence dans la qualité des semences produites sur un porte graine infecté, mais cette étude ne portait pas sur ce sujet.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

2006 - S.P.C. Groot, Y. Birnbaum, N. Rop, H. Jalink, G. Forsberg, C. Kromphardt, S. Werner, E. Koch - Effect of seed maturity on sensitivity of seeds towards physical sanitation treatments (2006), Seed Sci. & Technol., 34, 403-413

MOTS CLEFS

Désinfection

RESUME

Etude de la sensibilité de lots de semences de carotte et de choux aux désinfections (eau chaude, vapeur, électrons) en fonction de la maturité des semences.

Les lots les moins matures sont les plus sensibles au traitement eau chaude.

Les lots les moins matures sont plus porteurs de parasites.

Donc récolter ou trier des lots en ne gardant que les semences les plus matures et un moyen efficace de lutte sanitaire en favorisant la qualité germinative.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

2006 - R.A.C. Jones, L.J. Smith , B.E. Gajda , T.N. Smith , L.J. Latham - Further studies on Carrot virus Y: hosts, symptomatology, search for resistance, and test for seed transmissibility

Australian Journal of Agricultural research, 2005, 56, 859-868

MOTS CLEFS

Virus, puceron

RESUME

Le virus Y de la carotte (CarVY) est un potyvirus transmis par puceron.

L'étude a mis en évidence que la carotte est l'hôte majeur de ce virus.

Parmi 34 accessions, aucune n'a montré un niveau de résistance intéressant.

La transmission par la semence issue d'une plante infectée n'est pas effective.

L'impact sur la qualité grainière produite sur plantes mères contaminées n'a pas été étudié.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 – S.M. Westerveld, A.W. McKeown, M.R. McDonald - Relationship Between Nitrogen Fertilization and Cercospora Leaf Spot and Alternaria Leaf Blight of Carrot
HORTSCIENCE 43(5):1522–1527. 2008

MOTS CLEFS

Alternaria, Cercosporiose

RESUME

L'étude porte sur la relation entre le niveau de la fertilisation azotée et le développement de deux maladies foliaires que sont l'Alternariose et la Cercosporiose.

En règle générale, quelque soit la nature du sol, l'augmentation du niveau d'apport azoté diminue l'incidence des deux pathogènes. Etude réalisé en plein champ et sous serre.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

2010 - R.S. Trivedi, J.G. Hampton - First Report of *Alternaria carotiincultae* on Carrot Seed Produced in New Zealand
Plant disease, September 2010, Volume 94, Number 9 Page 1168

MOTS CLEFS

Alternaria

RESUME

Les lots de semences de carotte sont régulièrement contaminés par l'*Alternaria radicina*.

En 2008, en moyenne, 30 % des semences produites à Canterbury en Nouvelle Zélande, donnaient des plantules anormales ou pourries en germination lié à la présence d'*Alternaria*. L'*alternaria* sur ces semences a été isolé et deux *Alternaria* ont été identifiés : *A. radicina* et *A. carotiincultae*.

L'*A. carotiincultae* se distingue par des spores de morphologie et par des séquences d'ADN différentes. La pathogénéicité du champignon est vérifiée.

C'est la première identification d'*Alternaria carotiinculta* en Nouvelle Zélande.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 - C. Boedo, S. Benichou, R. Berruyer, S. Bersihand, A. Dongo, P. Simoneau, M. Lecomte, M. Briard, V. Le Clerc, P. Poupard - Evaluating aggressiveness and host range of *Alternaria dauci* in a controlled environment
Plant pathology 2012, vol. 61, n°1, pp. 63-75

MOTS CLEFS

Alternaria

RESUME

L'article développe une étude réalisée sur l'agressivité de 27 isolats d'*Alternaria dauci* en condition de serre. Trois groupes majeurs sont identifiés en liaison avec leur origine géographique et basée sur une analyse génétique.

L'agressivité des souches, elle, n'est pas liée à cette origine.

La gamme d'hôte n'est pas restreinte à l'espèce *Daucus* cultivée ou sauvage ce qui explique la faculté de conservation sur d'autres plantes "réservoir".

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Maladies, germination

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – F. Corbineau - Des méthodes pour rechercher les causes de non-germination
Bulletin semences N°223, Janvier Février 2012

MOTS CLEFS

Alternaria, germes anormaux

RESUME

La diminution de la valeur qualitative de germination des semences de carotte est causée par la présence de semences non germées et de germes anormaux.

La plupart du temps, les germes anormaux sont liés à la présence d'Alternaria dauci sur les semences.

Les semences non germées sont la résultante de plusieurs facteurs possibles tels la fécondation (qualité de pollinisation), maturité des semences à la récolte, stress du porte graine et attaques parasitaires.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

MALADIES : Synthèse bibliographique

- **Eléments principaux**

Si les articles décrivant les symptômes de maladies existantes ou émergentes sur la culture de carotte sont nombreux, ceux liant un défaut de production grainière (quantité ou qualité) sont, quant à eux, très rares.

De manière générale, la présence d'un parasite, provoquant soit une maladie racinaire ou foliaire, virus, bactérie, champignon ou autre nématode, est systématiquement néfaste à la qualité des semences produites.

Quand un article lie l'influence d'un pathogène à la production grainière, seule la qualité germinative est étudiée, jamais l'influence sur le rendement.

- **Divers points de synthèse**

L'effet majeur négatif quant à la qualité germinative est lié aux alternarioses (*Alternaria dauci*, *radicina* et *alternata*) ; la radicinine, toxine qui baisse la germination, a un effet plus fort en présence d'*A. alternata*.

Toute action visant à réduire la présence des *Alternaria* sera la plus bénéfique :

- Traitements
- Augmentation de matière organique dans le sol (antagonistes plus nombreux)
- Augmentation du niveau de l'apport azoté (baisse de l'influence des maladies foliaires : *alternaria* et *cercospora*)
- Elimination de proximité des autres réservoirs des mêmes parasites
 - plantules volontaires, débris de racines ou de feuillage, carottes sauvages, Aneth, Fenouil : hôtes principaux
 - tomate, radis, cresson, céleri, persil : hôtes alternatifs

Le niveau de maturation des semences influence la charge des parasites présents ; au plus une semence est mature, au moins elle en portera. Les semences les plus matures sont moins sensibles aux désinfections. Les ombelles primaires sont plus « résistantes » aux parasites

L'apparition de « nouveaux parasites » dont l'influence surement négative reste non mesurée :

- des virus transmis par pucerons (virus Y)
- *Alternaria carotiincultae*
- *Pleospora herbarum*/*Stemphylium botryosum*
- *Acremonium strictum* et *Colletotrichum gloesporioides* sur ombelles
- *Candidatus liberibacter*
- ...

NUTRITION MINÉRALE

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Nutrition Minérale

REFERENCE DE L'ARTICLE

1999 - G.S. Banuelos, H.A. Ajmwa, L. Caceres, D. Dyer - Germination responses and boron accumulation in germplasm from chile and USA grown with boron enriched water
USDA, TN-PLANT MATERIALS-55, March 1999

MOTS CLEFS

Germination, bore

RESUME

Cet article provient d'une étude comparant l'effet du bore sur la germination ainsi que sur l'accumulation dans les organes de 3 espèces (Mais, carotte et tomate) provenant des USA (Californie centrale) et du Chili (Nord).

Ces régions ont été choisies car l'eau y est de mauvaise qualité avec notamment des teneurs élevées en sel et particulièrement le sel de Bore.

L'objectif de cette étude est de mesurer le potentiel toxique d'une eau enrichie en Bore.

Pour répondre à cet objectif, 2 protocoles ont été établis. Le premier consiste à mesurer la germination et l'apparition des cotylédons des lots des deux régions sur du papier imbibé de solution borique à différentes doses (0,20 et 40 mg B/L).

Le second est la mesure de la concentration en bore des différents organes des plantes irriguées avec de l'eau enrichie en bore sous serre.

Les résultats ont montré qu'il n'y avait pas de différence sur la germination entre le germplasm des USA et celui du Chili. En revanche, pour toutes les espèces étudiées, dont la carotte, il s'avère que l'embryon est endommagé avec l'augmentation de la concentration en bore.

Concernant l'accumulation en Bore, le germplasm du Chili a accumulé moins de bore. Le germplasm du Chili se serait donc adapté aux eaux d'irrigation très riches en Bore.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Vérifier les concentrations en bore des eaux d'irrigation.

Doser le bore sur des lots qui germent mal

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Nutrition minérale

REFERENCE DE L'ARTICLE

2001 – M. Butler, J. Hart, B. Martens, C. Campbell - Seed carrot above ground biomass and nutrient accumulation
Central Oregon Agricultural Research Center 2002 Annual Report

MOTS CLEFS

Nutrition minérale N, K, Absorption minérale, Biomasse

RESUME

L'accumulation de plusieurs éléments minéraux a été mesurée sur une parcelle de production de semences d'hybride nantaise sur la campagne 2000/2001 en Oregon (USA). Les dosages ont été faits d'Octobre à fin Août.

L'objectif était de savoir combien, quand et comment apporter les éléments minéraux à la culture.

A chacune des 9 dates, 3 plantes à 4 endroits représentatifs de la parcelle ont été dosées.

La croissance est faible jusqu'à début Mai, maximale de Mi Juin à Mi Juillet et plus faible en fin de cycle.

L'accumulation d'azote suit le même schéma. Son accumulation maximale est atteinte fin Juillet et correspond à une quantité de 186U/Ha. Le pic d'absorption se fait au début de la floraison (Juin) et se termine environ 5 à 6 semaines avant la floraison.

La potasse (et le soufre) répond de la même manière que l'azote avec un retard de 1 semaine mais avec une accumulation supérieure de 225U/Ha. Il suit la courbe de la biomasse.

En conclusion, la nutrition minérale doit se faire mi Mai avant le pic d'absorption au plus tard. La quantité d'azote à apporter additionnée à la fourniture du sol doit correspondre à un total de 170 à 225U/Ha. Cette conclusion est corrélée avec d'autres études sur le sujet.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Besoins de la carotte porte-graine semble en ligne avec les références de la FNAMS d'un besoin de 170U/Ha.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Nutrition minérale

REFERENCE DE L'ARTICLE

2004 – J. Hart, M. Butler - Hybrid Seed Carrot (Central Oregon)
Nutrient Management Guide, EM 8879-E Nov. 2004

MOTS CLEFS

Absorption, biomasse, rendement

RESUME

Une augmentation du rendement grainier n'occasionne pas une baisse de la quantité d'éléments minéraux. Les plantes de carotte contiennent donc assez d'éléments minéraux pour subvenir à une augmentation de la production de graine. Ce sont souvent d'autres facteurs qui sont impliqués dans le plafonnement du rendement.

AZOTE : Accumulation principale durant Mai et Juin, fin début Août (5 à 6 semaines avant Récolte), Pic 3ème semaine de Juin, 1 à 2 semaines avant le pic de production de biomasse.

Un essai en plein champ près de Madras en 2003 a montré que le rendement max était obtenu avec un apport d'environ 60U/Ha. Sans azote et avec un apport de 100U, le rendement est diminué de 1/3.

La quantité d'azote apportée influe aussi sur le PMG des graines des ombelles primaires. Jusqu'à 85U d'N on augmente le PMG, au-dessus on diminue le PMG. La même chose a été vue sur le rendement total.

L'application d'Azote fin Avril/mi-Mai est suffisante pour le reste de la culture.

PHOSPHORE : La carotte prélève environ 30U de phosphore. La préconisation est d'appliquer du phosphore si la teneur du sol est inférieure à 20ppm.

POTASSE : Besoin de la carotte est d'environ 200U/Ha. L'absorption du potassium se fait durant mai et juin et se termine mi-juillet.

Apports à adapter en fonction de la fourniture du sol.

SOUFFRE : Le besoin est d'environ 35U/Ha. L'absorption suit la production de biomasse. Un apport de 20U/Ha au printemps est suffisant.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Nutrition Minérale

REFERENCE DE L'ARTICLE

2005 - M. Amjad, S. Naz, S. Ali - Growth and seed yield of carrot as influenced by different regimes of nitrogen and potassium
Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan. Vol.16, No.2, October 2005, pp. 73-78

MOTS CLEFS

Fertilisation N et K, carotte transplantée, rendement

RESUME

L'objectif de l'essai est de mesurer l'effet de différents apports de N et K sur la croissance et le rendement de la carotte porte-graine.

L'essai a été réalisé sur des carottes transplantées. 13 mesures ont été prises dont : % reprise, hauteur, nombre d'ombelles II et III, nombre total d'ombelles, PMG omb I, II et III, rendement en kg omb I, II et III, rendement par plante et rendement par ha.

Les doses appliquées sont N =

Les résultats montrent les points suivants :

- % reprise : pas de différence significative entre les traitements
- taille des plantes : 75Kg N - 90Kg K = hauteur max. 225Kg N = effet déprécié
- Nombre d'ombelles II, III et total : pas de différence significative mais 75Kg N et 90Kg K donne le plus grand nombre d'ombelles
- PMG omb I, II et III : Pas d'effet significatif de la fertilisation mais 75Kg N et 90Kg K donne les PMG les plus élevés.
- Rendement omb I, II et III : 75Kg N et 90Kg K donne le meilleur rendement par ordre d'ombelle
- Rendement total par plante : meilleur rendement avec 75Kg N et 90K de K
- Rendement par Hectare : Ecart significatif, meilleur rendement avec 75Kg N et 90 Kg K.

En conclusion, un apport de 75Kg d'Azote par hectare et de 90 Kg de Potasse par hectare donne les meilleurs rendements avec une significativité pour les rendements par ordre d'ombelle et total.

Une trop forte quantité d'azote a un effet dépressif sur les composantes du rendement.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Nutrition Minérale

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – M. Farooq, A. Wahid, A. Kadambot, H.M. Siddique - Micronutrient application through seed treatments - a review
Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2012, 12(1), 125-142

MOTS CLEFS

Traitement de semences aux micronutriments

RESUME

Cet article reprend les résultats de différents essais menés visant à montrer l'influence d'un traitement de semence avec différents éléments minéraux sur le rendement. Les éléments étudiés sont : Zinc, Bore, Molybdène, Manganèse, Cuivre, Cobalt.

ZINC

Si plus de phosphore dans le sol, bloque l'absorption de Zinc.

Le priming zinc peut améliorer la levée, la mise en place de la culture, la croissance et le rendement. Prouvé sur haricot, blé, niébé, pois chiche, riz. De plus, des semences avec un taux de Zinc plus élevé résistent mieux aux pathogènes du sol.

Il faut faire cependant attention car un défaut de germination a été observé avec du niébé primé au zinc. Il faut donc tester le priming avant de le généraliser.

Le coating a également un effet positif sur le rendement.

BORE

Une déficience en Bore peut entraîner la formation de graines vides (vu en soja).

Le priming au Bore a été bénéfique sur les composantes du rendement en pois et a raccourci le nombre de jours pour arriver à 50% FLO. Cependant, sur plusieurs cultures il n'y a pas eu de gain de rendement mais une augmentation de la teneur en bore des grains. Le coating a donné un effet positif sur le niébé mais pas sur le riz.

MOLYBDENE

Le molybdène sert à l'assimilation de l'azote du sol pour les non légumineuses et aide les nodules des légumineuses à fixer l'azote atmosphérique.

L'application de molybdène via le priming est dans tous les essais plus efficace qu'une application au sol.

Sur haricot, le priming au molybdène a eu un effet positif sur le rendement.

Avec le coating, la même observation a été faite. Cependant, des études ont montré un effet toxique du Molybdène sur la formation des nodules car les bactéries sont tuées par la sodium de molybdène. Des investigations plus précises doivent être menées avant d'utiliser le Mo en coating.

MANGANESE

Le Manganèse interfère dans de nombreux métabolismes des végétaux.

Dans tous les essais conduits, le priming au Manganèse a permis d'améliorer le rendement, la mise en place de la culture, la croissance en comparaison à une application sur sol.

CUIVRE

Le cuivre est impliqué dans l'assimilation du carbone et le métabolisme de l'azote. Sur blé, le priming a permis d'améliorer le rendement mais à diminué la germination. En avoine, le même constat a été fait.

COBALT

Pour les légumineuses, le Cobalt est indispensable pour la fixation de l'azote de l'air. Sur haricot, les semences avec priming au cobalt ont amélioré la nodulation, la matière sèche, le taux d'azote et le rendement grainier. Sur d'autres espèces, l'effet a également été positif.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Il pourrait être intéressant de tester le priming sur carotte PG afin de voir si on peut avoir une meilleure installation des cultures et ainsi limiter l'effet gel et donc une meilleure reprise sortie hiver.

NUTRITION MINÉRALE et OLIGOS-ÉLÉMENTS : Synthèse bibliographique

L'existence et l'importance de ces éléments dans les processus physico-chimique des plantes n'est plus à démontrer. Le déficit de l'un de ces éléments (carences) compromet le développement de la plante et ne peut être compensé par l'apport d'un autre nutriment. De même, un excès peut induire une toxicité dans la plante ou des antagonismes dans l'absorption des autres éléments.

- **Importance des macro et micro éléments pour la carotte**
 - Teneurs en éléments

Chaque élément joue un rôle déterminé dans les processus biochimiques au sein des plantes. CC Hole, A Scaife (1993) et Wallace T (1943) ont mis en évidence l'effet négatif de carences minérales sur le développement et la croissance de la carotte.

Eléments	Processus	Effet d'un déficit sur la carotte	Antagonisme
Bo	Synthèse parois cellulaires, fructification, métabolisme glucidique, migration des sucres vers les graines	Mort du méristème apical, feuilles se développent en rosette	
Cu	Production de chlorophylle, enzymes d'oxydation	Palissement de la racine si déficit	
Mn	Photosynthèse, régulation, synthèse des protéines	Pas d'effet visible	
Mo	Viabilité du pollen + production de graines, fixation azote		
Ca	Synthèse parois, détoxification, maturation des fruits	Mort des jeunes pousses	P/K/Mg
Fe	Respiration		P si excès
Zn	Développement racinaire, rigidité des tissus, Graines et synthèse des glucides	Pas d'effet visible	P si excès
Mg	Synthèse de la chlorophylle, carotène	Chlorose des vieilles feuilles	
P	Floraison et formation des graines, acide nucléique, ATP	Croissance limitée, feuilles virant au violet	Ca/ Zn/Fe (précipitation)
N	Synthèses protéines et chlorophylle, croissance	Feuilles pâles virant parfois au rouge, plantes de petite taille	
K	Croissance, floraison, activation enzymatique, Transport ionique	Recroquevillement, brunissement puis mort des feuilles	Ca/Mg

MI Vitosh, DD Warncke et RE Lucas (1994) ont répertorié les symptômes de carences ou de toxicité pour chaque oligo élément sur différents types de culture ce qui a permis d'observer une réponse des plus fortes de la carotte suite à des applications foliaires de **Mn, Bo et Cu**.

Les données répertoriées sur différentes cultures par D Reuter et JB Robinson en 1993 permettent de définir des concentrations limites pour chaque éléments ce qui permet de raisonner la fertilité minérale.

Sur la carotte, les données récapitulées ci-dessous correspondent à des taux moyens d'éléments contenus dans la plante. Une teneur inférieure indiquera un manque tandis qu'une teneur supérieure pourra indiquer un risque de toxicité. Ces données coïncident avec les teneurs obtenues par Hart J et Butler M (2004) sur des graines de carotte.

Elements	Teneur MEDIUM	Teneur (%) issus de Hart J et Butler
N	2-3.5	% 3.5
P	0.2-0.5	% 0.7
K	2.5-4.5	% 2
S	0.2-0.4	% 0.2
Ca	1.4-3	% 1.4
Mg	0.2-0.5	% 0.6
Na	0-2	% NC
I	50-350	Mg/kg NC
Mn	30-350	Mg/kg 100
Zn	25-50	Mg/kg 60
Cu	5-25	Mg/kg NC
Bo	30-60	Mg/kg 40

○ Accumulation des éléments au cours de la croissance de la carotte porte graine

Les essais réalisés sur carotte par Butler, Hart, Martens et Campbell (2001) montrent que durant l'automne et le printemps, l'augmentation de la biomasse est faible, de même que les prélèvements d'azote.

Les prélèvements augmentent fortement et linéairement à partir de la mi-juin (début floraison) jusqu'à mi-juillet (fin floraison) en corrélation avec la biomasse produite. Un pic est décelé autour de la fin juin.

- Pour l'**Azote (N)**, l'accumulation par la plante atteint les 160-196 kg/ha avec un pic coïncidant avec le début de la floraison (fin juin). Un apport vers la mi-mai semble donc idéal pour couvrir ces besoins.
- Pour le **Potassium**, l'absorption est très rapide dès le début mai et maximale 1 semaine avant le pic d'azote avec une accumulation supérieure à l'azote de 168-224 kg/ha. Cependant, peu de potassium migre dans les graines (2%), le reste est remobilisé pour la culture suivante.
- Pour le **Phosphore**, son prélèvement suit également la production de biomasse avec un pic établi vers la fin juin de 0.33 kg P/ha/jour. La quantité absorbée est 4 fois inférieure à celle de l'azote (30 kg/ha).

● **Impact du N-P-K sur le rendement de la carotte porte graine**

- Détermination de la quantité optimale de N-P-K à apporter

En 1960, les recherches réalisées par Harrington JF sur l'impact du N-P-K-Ca sur la laitue, la carotte et le poivron ont montré que la création de carences sur ces éléments induisait une baisse de rendement. Une baisse de la qualité était aussi notifiée lors d'une carence en **N- K et Ca** mais pas pour le P. De plus, si l'azote et le phosphore n'impactait pas non plus sur la germination, une baisse de la qualité germinative était observé lors de carences en **K et Ca**.

En 1964, Dhesi et *al.* observent les meilleurs rendements de carotte avec un apport azoté de **50 kg/ha** à travers une hausse de l'activité photosynthétique et une accumulation des carbonhydrates.

En comparaison avec des apports de 113 kg N/ha et 40 kg P/ha, Sing et *al.* (1991) le rendement obtenu avec un apport de 75 kg N/ha et 20 Kg P/ha donne le meilleur rendement.

En 2001, Butler, Hart, Martens et Campbell montrent que le rendement de la carotte augmente avec l'apport d'azote. L'effet de différents apports d'azote dépend essentiellement de la teneur en azote déjà présent dans le sol. Le rendement maximal est atteint pour une quantité totale (sol + apport) d'azote de **175 kg/ha**.

En 2004, ces mêmes auteurs montrent que le PMG de l'ombelle primaire augmente avec la teneur d'azote apportée mais qu'au-delà de 85 kgN/ha, celui-ci diminue. Le PMG des ombelles II et III ne semblent pas impactées.

L'hypothèse émise est que l'excès d'azote induit une augmentation du nombre d'ombelles II et donc une diminution du PMG des ombelles I suite à l'augmentation de la compétition pour le remplissage des ombelles par les carbonhydrates.

Muhammad Amjad, Safina Naz et Sultan Ali (2005) observent également des différences significatives sur le nombre d'ombelles II et le nombre de graines des ombelles II et III suite à des apports d'azote différents. Le PMG par contre ne semble pas impacté par les apports d'azote. La comparaison de 4 apports différents de K ne permet pas de montrer de différences significatives sur les composantes du rendement bien que les meilleurs résultats soient obtenus pour des apports de **70 et 90 kg K/ha**.

Les meilleurs rendements sont obtenus pour un apport de **75 kg/ha N et 90 kg de K**.

Au delà des 75 kg N/ha, le rendement diminue. Moins d'ombelles et de graines sont observées. Il est possible que l'excès d'azote ait plus profité au développement foliaire.

De même en dessous de 70 kg K/ha et au dessus de 90 kg K/ha, le rendement diminue également.

- Influence de la matière organique sur le rendement

Au-delà des apports purement minéraux, l'intérêt des apports organiques dans les pays où l'élevage est prédominant a été étudié (Chili, Inde). Les apports sont réalisés sous forme de compost (vermicompost) ou de fumiers. Les résultats obtenus par Kutijabi A.N (2007) montrent que les meilleurs résultats sont obtenus lors de modalités mixtes (associant 50 % de fertilisant inorganique avec 50 % de composants organiques) avec un léger plus du compost sur le fumier. Epandus seuls, les apports organiques ne permettent pas de répondre dans les temps aux besoins des plantes.

Les composantes qualitatives et quantitatives du rendement sont améliorées (PMG, vigueur, % germination) mais restent non significatives.

La matière organique a ici un double intérêt : une meilleure disponibilité des éléments due à leur libération progressive et une amélioration de la structure du sol qui favorise l'absorption et la croissance des plantes.

- **Impact des oligo éléments sur le rendement de la carotte porte graine**

Sur la carotte, peu d'articles existent sur leurs effets sur le rendement. Sur blé, riz, légumes le priming en Mo, Mn, Cu, S augmente le rendement.

CC Hole et A Scaife (1993) ont testé l'effet de l'absence d'un micronutriment sur la croissance et le développement de la carotte.

Seules les carences en Mn, Zn ou Cu n'ont pas induit de problèmes de croissance. Une carence en Ca, Fe, Mg, S, Mo, B a limité le développement de la carotte.

L'application de Bore à 3 kg/ha démontre un plus grand nombre d'ombelles I et II et de rendement (Malek et Rahim, 2011).

- **Impact du N-P-K sur la qualité germinative de la carotte porte graine**

Problème des Tests ISTA sur la vigueur des semences : les conditions de germination sont toujours optimales contrairement au champ.

La recherche tend vers la détermination de différents marqueurs pour estimer la qualité germinative (Corbiveau, Come 2004).

- Production d'éthylène des semences en cours d'imbibition
- Teneur en sucre soluble de l'embryon → résistance des graines à la dessiccation qualité germinative
- Activité des systèmes impliqués dans la détoxification de l'O₂

Sur carotte et tournesol, l'étude de l'oxydation de l'ACC en éthylène permet de bien définir l'état des membranes cellulaires.

Pas d'impact sur la qualité germinative de l'apport d'Azote et de Phosphore mais baisse si carence en Potasse (Harrington, 1960).

- **Impact des oligo-éléments sur la qualité germinative de la carotte porte graine**

Application sol/foliaire/Test de seeds priming pour améliorer la germination des graines de carotte.

Zinc : Antagonisme du P

Améliore la levée et le rendement (chez le haricot), résistance pathogène et améliore le prélevement d'azote + détoxifie la plante. Meilleure efficacité qu'une application au sol. Les graines présentent une meilleure germination et une meilleure vigueur après une application sur semences à 1.5 %.

Bore : améliore significativement la germination appliqué à 3 kg/ha en foliaire. Si appliqué sur les semences, nombreux phénomènes de toxicité recensés. Des graines de maïs, carotte et tomate en relation avec une eau enrichie en bore à des doses comprises entre 20 et 40 mg/L présentent des taux de germination de 20 à 40 % inférieur à la dose de contrôle.

Même cas observé à 1, 1.5 et 2 %

Mn : en seed priming, à 1.5 et 2 %, pas d'impact sur la germination, juste sur le développement des racines et des pousses.

POLLEN

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1940 – R. Savelli, C. Caruso - Stimulation mutuelle dans la germination des grains de pollen de Nicotiana

CR Ac.Science, 1^{er} semestre p184-186

MOTS CLEFS

Compétition pollinique

RESUME

Les problèmes de germination pollinique ne sont pas uniquement dus à la constitution chimique du milieu, au pH, Température, oxygène.

Si l'on met un grain de pollen seul à germer dans un milieu, la germination n'a pas lieu. Par contre plus l'on augmente la quantité de grain de pollen dans le milieu meilleure est la germination. On parle d'action de masse de stimulation mutuelle entre les composants de la collectivité pollinique en germination.

L'expérimentation est menée en eau pure distillée pour s'affranchir des ions du milieu pouvant influencer l'expérimentation.

« L'allongement est d'autant plus fort que les grains sont rassemblés et les courbes représentant les moyennes et les maximas des tubes polliniques en fonction du nombre de grains ont une allure presque parabolique. »

Ce lien entre l'allongement du tube pollinique et la densité des grains germant se retrouvant dans beaucoup d'espèces.

L'auxine est en quantité importante dans les grains de pollen. Joue-t-elle le rôle de substance stimulante ?

« La relation entre l'allongement des tubes et leur nombre en espace confiné s'expliquerait par la libération d'une substance stimulante dont la concentration serait d'autant plus forte que le nombre des tubes est plus grand ». Cette substance doit être soluble et très diffusible dans l'eau. Pour le moment cette substance n'a pas été trouvée.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1957 – J.L. Brewbaker - Pollen cytology and self-incompatibility systems in plants

J.HERED 48 : 271-277

MOTS CLEFS

Autoincompatibilité, pollen bi- tri

RESUME

Il existe 2 types d'autoincompatibilité : elles sont basées sur l'interaction de gènes situées sur le locus S. Les pollens binucléés ont une autoincompatibilité gaméthophytique et les trinucléés ont une autoincompatibilité sporophytique.

L'autoincompatibilité est présente dans les principales familles végétales.

La différence entre l'autoincompatibilité sporo et gaméto est liée au moment où s'exprime l'allèle S pendant la microsporogénèse. Pour la gaméto, il s'exprime au moment de l'anaphase I et pour la sporo avant l'anaphase I. Pour la gaméto, on a 2 spores différentes des deux autres à cause de ce changement à l'anaphase tandis que pour la sporo, les 4 spores sont identiques car le changement a lieu avant.

Les stigmates des pollens trinucléés sont plutôt secs alors que les binucléés sont très humides.

Classement des familles en fonction de l'autoincompatibilité de leurs espèces (cf. Article)

La différence majeure que l'on peut faire entre les pollens tri et bi est le moment auquel se passe la division du noyau génératif.

Les espèces hétéromorphes présentent les mêmes autoincompatibilités gaméto et sporo, réparties en fonction qu'ils sont bi ou tri.

Le saccharose est capital pour la germination.

Le bore est un agent de transport du saccharose.

Quand les tubes ne sont pas compatibles pas de synthèse de saccharose au sein du pistil. Il est possible que le pollen tri qui n'a pas de réserve ne trouve pas le saccharose dont il a besoin pour germer et donc ne germe pas quand le cas d'autoincompatibilité. Au contraire, le binucléé peut amorcer sa croissance car il dispose des réserves suffisantes et s'arrête au moment où il aurait besoin du sucre du milieu pour croître.

Les binucléés germent très facilement sur des milieux ne contenant que 3 à 10 % de sucres notamment avec une addition de 10-100ppm d'acide borique. Au contraire les pollens tri ne germent pas sur des milieux aussi simples, ils ont besoin de milieu très riche en sucre. Cela pourrait être lié à un besoin en turgescence différents due à des changements se passant au niveau de la 2ème mitose.

La substance inhibitrice S présente dans le pistil est active dans l'eau, elle pourrait être une cause de non germination de certains pollens in vitro.

CITATIONS / DEFINITION

Pollen binucléé : 1 cellule générative 1 cellule végétative qui va engendrer le tube pollinique

Pollen trinuéé : 1 cellule végétative et 2 cellules génératives, la 2ème division du pollen a lieu avant que le pollen ne sorte de l'anthere

Autoincompatibilité impossibilité de certaines plantes de reproduire avec des gamètes provenant de la même plante.

Autoincompatibilité gaméthophytique : arrêt de la croissance du tube pollinique dans le style

Autoincompatibilité sporophytique (déterminée par les tissus mère) : inhibition de la croissance du tube pollinique dès l'arrivée du pollen sur le stigmate

Incompatibilité homomorphique : phénomène d'autoincompatibilité sporo ou gameto

Incompatibilité hétéromorphique : la morphologie de la plante, la période de floraison, ... sont responsable de l'incompatibilité

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1957 – L.A. Dionne, P.B. Spicer - Staining germinating pollen and pollen tube
Field Crop Insect Section, Entomology Laboratory, Fredericton, N. B., Canada

MOTS CLEFS

Germination in vivo

RESUME

Coloration du pollen suite à germination in vivo du pollen

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Méthode très intéressante

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1963 – J.L. Brewbaker, B.H. Kwack - The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth
American journal of botany Vol 50 n°9

MOTS CLEFS

Ions, germination pollinique

RESUME

L'effet population sur la germination du pollen et la croissance du tube pollinique est fort. Plus la population de pollen sur le stigmate est importante, meilleure sera la croissance. L'effet population varie fortement entre les espèces et en fonction des conditions de croissance de la plante. Un effet de la nutrition en cation est supposé

La présence dans une solution du Ca^{2+} permet de passer au-dessus de l'effet population, il est donc possible que l'ion Ca^{2+} soit relargué par les pollens et soit à l'origine de l'effet population.

K^+ , Mg^{2+} , Na^+ ont une action pour aider à la consommation et au transport du Ca^{2+} . Dans le cas d'une absence des trois ions, pas de germination. Les besoins en calcium sont variables entre 300 et 5000 ppm.

Composition du milieu BREWBAKER – KWACK

10 % de saccharose

100 ppm H_3BO_3

300ppm $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$

200 ppm $Mg SO_5,7H_2O$

100 ppm KNO_3

La germination du pollen requiert de l'eau, l'oxygène et une pression osmotique adaptée.

Le Bore améliore la germination sans explication.

20 grains de pollen maximum dans 1/50ml (soit 1 goutte) de milieu.

2 pollens d'espèces différents ont un effet inhibiteur l'une sur l'autre.

Au niveau du pollen trinuécléé, il est possible qu'il y ait un inhibiteur au niveau du pollen que le stigmate supprime.

Mélange de broyat de stigmate et d'ovaire : augmentation de la croissance du tube pollinique pour de nombreuses espèces.

Au début du siècle, on faisait de la croissance sur extrait de levure ou lait de coco.

Sur pétunia, ornithogalum : kinetine ; AAI ; 2,4 D ; AAN ; Acide gibbérellique -> 0 effet seul ou en combinaison.

De nombreuses publications parlent des effets positifs de l'auxine, des acides aminés, de la purine et de la gibbérelline mais dans l'étude menée dans cet article aucun effet positif n'a été relevé.

Le rôle du Ca^{2+} est capital mais les anions mis en même temps que le calcium (nitrate acétate...) n'ont aucune influence positive ou négative sur la germination.

Au niveau de la pression osmotique, la concentration en saccharose selon les espèces est variable. Cependant aucune espèce ne supporte une concentration en sucres inférieurs à 2 % et supérieurs 40 %

Aucune substitution de calcium par d'autres ions notamment strontium ou baryum.

Le grain de pollen est composé à 0.03% de calcium.

Au niveau de la croissance du tube pollinique beaucoup de similitude avec la croissance des racines.

Le Calcium pourrait avoir un rôle chemotropique.

Incompatibilité serait liée à des réactions immunochimiques.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Différentes molécules testées pour la germination du pollen

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1966 – C.A. Hornby, W.B. Charles - Pollen germination as affected by variety and number of pollen grains

TGC Reports n°16 p11-12

MOTS CLEFS

Quantité de pollen

RESUME

Les chercheurs ont étudié l'impact de la quantité de pollen et de la génétique de la variété sur la germination pollinique. Les grains de pollen ont été comptés et appliqués sur le stigmate et après 48 heures, les stigmates ont été retirés. Après coloration avec du bleu d'aniline, les tubes polliniques peuvent être compté sous lumière ultraviolet. La quantité de pollen et la variété ont tous les deux un impact sur la germination. Plus la quantité de pollen apportée sur le stigmate plus la germination est importante

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Petit article, résumé d'une expérience

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1972 – M.T. Cerceau-Larrival, F. Roland-Heydacker - Ultrastructure du pollen *Daucus carota* L. en microscopies à balayage et à transmission
C.R. Acad. Sc. Paris t.275 p 2331-2332

MOTS CLEFS

Palynologie, Morphologie pollen carotte,

RESUME

Etude de la morphologie d'un grain de pollen menée au microscope électronique à balayage et au microscope électronique à transmission. Le pollen de *Daucus carota* est subrectangulaire en osselet, longiaxe, tricolporé, à endoaperture saillante, à ectoaperture continue moyenne. La surface tectale est striato-rugulée, et striato réticulée aux pôles, les têtes des columelles sont soudées à plusieurs niveaux. L'exine est composé de l'intérieur vers l'extérieur par un endexine (endexine + sole (premier niveau en l'ectexine comprenant des columelles à pieds droits et à tête plus ou moins soudées en une surface tectale). Le pollen possède 3 ouvertures saillantes. Le cytoplasme est dense avec des vésicules contenant des polysaccharidiques. Ces vésicules pourraient être produites par les dictyosomes et restent de petites tailles. De nombreuses vésicules sont incorporées à l'intine. Des agrégats de vésicules sont présents dans la partie profonde du cytoplasme, il est possible qu'ils s'agissent d'une sorte de matériel d'attente utilisé pour la germination du grain et la formation du tube pollinique.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Très jolies photos de pollen et de coupe de pollen

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1974 – M. Klein, W. Kozera, B. Michalik - Investigations of the usefulness of various methods for estimation of pollen fertility of carrot
Bulletins de l'académie polonaise des sciences vol XXII 6

MOTS CLEFS

Méthodes directes et indirectes

RESUME

Le but de cette étude est de trouver la meilleure méthode pour estimer la viabilité du pollen de carotte

Méthodes directes : germination in vivo et in vitro (test uniquement de la germination in vitro)

Pas de germination du pollen obtenue sur aucun des milieux :

Milieu liquide sucré : variation du saccharose 5 -80%

Milieu gélosé sucré (5 – 80 %) + acide citrique ou borique

Sucrose 20 % + diastase 0.002% + 0.6 % agar

Sucre simple (fructose ou glucose) variation de la substance sucrée de 5 à 30 %

Milieu Brewbaker et KWACK

Si milieu faiblement concentré en sucre explosion des grains.

Méthodes indirectes : Coloration

Coloration carmine : détection cytoplasme

Coloration triphényltétrazoline : détection enzyme

Coloration Benzide : détection enzyme (méthode où le nombre de grains de pollen coloré est le plus important)

Résultats :

Plus l'ordre d'ombelle est élevé, plus la viabilité du pollen est faible.

Les méthodes indirectes sur estiment la viabilité

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1975 – F.A. Hoekstra, J. Bruinsma - Respiration and vitality of binucleate and trinucleate pollen
Physiol. Plant 34 : 221-225

MOTS CLEFS

Viabilité

RESUME

Etude de la respiration et de la viabilité des pollens binucléés et trinucléés grâce au tétrazolium et germination in vitro.

La température et l'humidité relative ont une influence sur le métabolisme du pollen.

Les pollens tri respirent plus que les bi (2 à 3 fois plus)

Les tri germent plus vite ont une durée de vie plus courte. La perte rapide de viabilité des pollens trinucleés suggère que le métabolisme des tri se remet rapidement en action mais peut s'arrêter très vite si le pollen ne trouve pas les éléments pour germer.

Plus les pollens respirent plus ils perdent en viabilité.

Plus l'humidité relative est faible plus la respiration des deux types de pollen diminuent

Les pollens bi peuvent être stockés à la différence des tri

Une augmentation même courte de l'humidité relative et le pollen trinucleé respire beaucoup et perd rapidement en viabilité. De même, une augmentation de la température accélère la perte de viabilité des pollens tri.

Milieu de cultures pour le pollen trinucleé :

148µg.mL-1 Ca(OH)₂ ajusté à pH 6.8 avec H₃PO₄

100µg.mL-1 H₃PO₄

Variation de la concentration en sucre de 0.94 M à 1.32 M

0.5mg de grain de pollen dans 150µL (3gouttes)

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1977 – D. Bar Shalom, O. Mattson - Mode of hydration an importance factor in the germination of trinucleate pollen grain
Bot Tidsskrift, 71, 245-251

MOTS CLEFS

Germination in vitro

RESUME

L'hydratation du pollen trinué est très importante, presque l'élément le plus important en germination in vitro. On parle plus souvent des éléments chimiques en germination in vitro trinué et l'on néglige l'hydratation et c'est un tort.

Expérimentation menée sur différents types de trinué, (cependant pas d'expérimentation sur Apiacées)

Utilisation du milieu Brewbaker Kwack avec différentes concentrations en sucre et différents sucres (saccharose, mannitol, lactose) et 2% d'agar.

La germination est meilleure sur boîte ouverte que sur boîte fermée : apparition d'un fin film sur le dessus du substrat qui n'apparaît sur une boîte fermée

Du bleu coomassive dilué dans du méthanol et de l'acide acétique est utilisé et permet de voir la marque laissée par les substances provenant du pollen. Dans le cas d'une boîte ouverte cette marque reste localisée autour du grain de pollen, elle est beaucoup plus diluée quand le cas d'une boîte fermée.

Boîte ouverte = évaporation et humidité relative moins importante

3 grandes différences entre les boîtes ouvertes et fermées : meilleurs supports, peu d'expansion des substances dans le milieu et humidité relative plus faible.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1980 – H.U. Kison, R. Franke - Zur Bestimmung der Lebensfähigkeit von Pollen
Arch. ZUCHTUNGSFORSCH, Berlin 10 171-177

MOTS CLEFS

Test

RESUME

Article en allemand sur les tests de viabilité du pollen

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1983 – G. Bergamini Mulcahy, D. Mulcahy - A comparison of pollen tube growth in Bi-Trinucleate pollen

Pollen: Biology and implications for plant breeding

MOTS CLEFS

Trinucléé, germination

RESUME

Comparaison des germinations: Pétunia hybrida et Lycopersicon esculentum (binucléé) et Silene dioica et Linum usitatissimum (trinucléé).

Pollen binucléé : 2 phases : 1ère phase autotrophique lente et sans pont de callose avec le style elle se finit à l'achèvement la mitose du tube pollinique. 2ème phase hétérotrophique croissance plus rapide et formation de « pont » de callose. Ils sont faciles à obtenir en cultures in vitro (besoin d'un milieu riche en sucre avec des traces de calcium et de bore), ils peuvent se conserver longtemps. Dans le cas de l'autoincompatibilité, les pollens peuvent germer car ils ont des réserves mais quand celle-ci sont épuisés le style se prend pas le relais.

Pollen trinucleé : croit rapidement en une phase et forme des « ponts » de callose juste après la germination. Il est compliqué de les faire germer en culture in vitro (rares sont ceux qui germent sur des milieux uniquement sucré), sa viabilité est courte après sortie des anthères. Ces pollens respirent beaucoup plus. Dans le cas de l'autoincompatibilité, dès le départ les pollens ne disposent pas de milieu de germination.

La croissance est hétérotrophique dès le départ (correspondant exactement à la 2ème phase des binucléés)

Les pollens binucléés commencent leurs germinations par une phase autotrophique, il leur est donc plus facile de créer un tube que pour les trinucleés qui sont tout de suite dépendants de leurs milieux.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1986 – T. Hodgkin, G.D. Lyon - The Effect of *Brassica oleracea* Stigma Extracts on the Germination of *B. oleracea* Pollen in a Thin Layer Chromatographic Bioassay
Journal of Experimental Botany, Vol. 37, No. 176, pp. 406-411, March 1986

MOTS CLEFS

Germination in vitro

RESUME

But : Trouver et quantifier les substances inhibitrices du stigma de colza jouant un rôle dans les phénomènes d'autoincompatibilité

Possibilité que l'autoincompatibilité chez le colza soit due à des glycoprotéines

Description du milieu de germination d'HODGKIN

Utilisation de TAPS = bon résultat

Good's buffer = résultat très variable en fonction de la composition choisie pour le milieu de germination

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Technique d'extraction de substance dans stigmatite très intéressante

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1987 – A.J. Mesquida, M. Renard, A.B. Mesquida - Etude préliminaire sur la germination "in vitro" du pollen de colza (*Brassica napus* var. *oleifera* METZGER) et sur l'évolution dans le temps de son aptitude à germer
Agronomie, 7,(6), 409-416

MOTS CLEFS

Trinuclé, germination, âge du pollen

RESUME

La viabilité du pollen peut s'étudier de plusieurs façons : FCR (test fluorochromatique), RMN (spectrométrie à résonance magnétique nucléaire) ou par germination pollinique. La germination apparaît comme étant la méthode la plus fiable pour déterminer la viabilité du pollen. L'étude suivante vise à trouver le milieu optimal de germination du pollen de colza.

Deux milieux ont été testés : le milieu de HODGKIN et le milieu de ROBERT. Le milieu de ROBERT est intéressant car on peut faire varier facilement le pH en ajoutant du tris. Le dénombrement est fait au microscope photonique.

4 facteurs ont été étudiés : influence du pH sur la germination, influence du pH en fonction de l'âge du pollen, influence du saccharose en fonction de l'âge du pollen, influence de la préhydratation (2 à 4h avant à 75% d'humidité relative) et de l'addition de stigmates (2 stigmates pour 10µL de solution)

Résultats : L'augmentation de la teneur en saccharose (sauf pour des « vieux » pollens), le broyat de stigmates et la préhydratation du pollen n'améliorent pas le taux de germination du grain de pollen. La préhydratation réduit même la vitesse de germination. Les milieux alcalins pH= 8.8 donnent de bons résultats de germination (notamment le milieu décrit par Robert 1983). Les grains de pollen germent très bien juste après déhiscence des anthères mais 72h après le pollen n'est plus viable.

L'augmentation de la germination est corrélée à l'augmentation du pH jusqu'à un pic au-delà duquel la germination va diminuer. La valeur de ce pic varie en fonction du produit utilisé pour basifier la solution. Par exemple dans le cas du tris, le pic est à pH=8.8 alors que si l'on basifie le milieu avec de l'hydroxyde de sodium à pH= 8.8 on a seulement 20% de germination. Le méthylamine peut également être utilisé pour basifier le milieu.

Le nombre de grain déposé sur le milieu est également important dans le cadre du phénomène de stimulation mutuelle qui opère au moment de la germination.

Enfin, l'addition de stigmate sur le milieu a fréquemment prouvé une amélioration de la germination, cependant dans le cas où trop de stigmates sont posés sur le milieu de culture, les substances inhibitrices de la germination sont plus concentrées et donc empêchent la germination. Il est possible que ce phénomène soit à l'origine des problèmes de germination dans cette expérience.

CITATIONS / DEFINITION

COMMENTAIRES PERSONNELS

Méthodes de germination du pollen intéressantes

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1987 – D.L. Mulcahy, G. Bergamini Mulcahy - The effects of pollen competition
American Scientist,75, 44-49

MOTS CLEFS

Compétition pollinique

RESUME

Le rôle de la génétique dans la compétition pollinique. Le pollen exprime certaines caractéristiques par exemple dans le cas de conditions froides au moment de la germination, les pollens apportant des gènes de résistance en conditions froides vont être favorisés et provoqué la production de plantes résistante au froid.

En mettant les plantes dans certains conditions (ex : présence de métaux lourd) on peut sélectionner les pollens résistants à ces conditions difficiles.

Facteurs intervenant également dans la compétition pollinique :

- La distance entre la plante donneuse de pollen et la plante receveuse
- Le nombre de grain : si ce nombre est supérieur au nombre d'œuf on a plus de compétition
- Le moment d'arrivée du grain de pollen : les premiers grains arrivés auront un avantage sur les autres.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Article à relire car zone d'ombre

THEME & MOTS CLEFS (BdD): Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

1997 - C. Zhang, D.W. Fountain, E.R. Morgan - In vitro germination of the trinucleate pollen of *Limonium perezii*
Grana 36: 284-288, 1997

MOTS CLEFS

Germination, pollen tri-nucléé, conditions optimales

RESUME

Article concernant la germination in vitro du pollen tri-nucléé (comme la carotte) de *Limonium perezii* (lavande maritime).

CITATIONS / DEFINITION

"A dialysis tubing & filter paper support combined with using polyethylene glycol as an osmoticum in the medium provided appropriate physical conditions for *L. perezii* pollen germination. An in vitro pollen germination rate of about 40% was achieved. "

"Trinucleate pollen seems to enter a heterotrophic phase immediately upon germination and relies entirely on the growth environment (Mulcahy & Mulcahy 1988). CH[1] can provide some organic nitrogenous nutrients. CH was reported to stimulate many species' pollen germination (Mulcahy & Mulcahy 1988)."

COMMENTAIRES PERSONNELS

Les conditions d'application de cette germination in vitro pour *L. perezii* pourraient être étudiées dans le cas d'un essai sur le pollen de carotte.

[1] Casein Hydrolysate

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

2000 – A. Midilli, H. Olgun, P.Rzayev, T. Ayhan - Drying and conservation conditions of pollen
J.Sci Food Agri 80: 1973-1980

MOTS CLEFS

Conservation

RESUME :

Conservation du pollen pour la consommation humaine, pas d'étude de la viabilité du pollen.
Deux types de conservations de séchage existent et ont été testés dans l'étude :

Séchoir solaire

Séchoir électrique

Variables mesurées : perte de poids, humidité, Température de séchage

Le séchage optimal est entre 40 et 45 °C durant 2.5 à 3h car il n'a pas d'effet sur la couleur, le goût, l'odeur et la structure du pollen.

Le pollen contient essentiellement des huiles, sucres, vitamines, plus de 21 types de minéraux, 12 types de vitamines.

Le séchage solaire baisse viabilité et goût

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Principalement étude de la conservation du pollen pour une consommation humaine peu d'intérêt pour la problématique

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

2000 – T. Rodriguez-Riano, A. Dafni - A new procedure to asses pollen viability
Sex plant Repro12:241-244

MOTS CLEFS

Viabilité

RESUME

Test de 4 colorants pour savoir lequel distingue le mieux le pollen mort du pollen vivant :

Peroxydase : la plus fiable car on voit une grande différence entre pollen vivant et pollen mort

MTT : moins fiable mais reste acceptable

BAKER'S : pas du tout fiable

X GAL : pas du tout fiable

Pour attester de la fiabilité de ces méthodes des lots de pollens ont été testés avec les 4 méthodes et comparer une germination in vitro.

Le milieu de germination in vitro était le suivant :

0-50% de saccharose

2mM H3BO3

6mM Ca(NO3)2

La technique utilisée était la hanging drop

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

2001 - D.H. Firmage, A. Dafni - Field tests for pollen viability: a comparative approach
Proc. 8th Pollination Symp Acta Hort 561 p87-89

MOTS CLEFS

Viabilité

RESUME

Etude de 4 méthodes de la viabilité du pollen en champs

- X gal test (avec coloration bleu si beta galactosidase)
- MTT (coloration rouge et noir si viable)
- Solution de Baker (le moins bon) alcool déshydrogénase
- Isatin colore si proline

Pour évaluer l'efficacité de ces tests une germination in vitro en goutte suspendue est menée en parallèle en faisant varier les concentrations en saccharose.

L'efficacité des méthodes varie en fonction des espèces mais la méthode MTT apparait comme la plus efficace sur un large nombre d'espèces. Il n'y a pas un test optimal.

La pollinisation artificielle est la mesure la plus précise de la viabilité cependant de nombreux biais existent : on ne connaît pas la quantité de pollen utilisée sur le stigmate, l'avortement des fruits, les conditions environnantes (Température, humidité relative, quantité d'eau disponible). De plus, les plantes ont un nombre limité de graines. Cette méthode prend du temps.

Les problèmes liés à l'étude par la germination in vitro : elle est très influencée par la température, l'hydratation, la densité de pollen, le % de saccharose et la présence ou l'absence de certains ions.

L'avantage de l'étude du pollen au champ est la réduction du temps de conservation

La FCR n'est pas utilisée par besoin d'un microscope à fluorescence

La peroxydase manque de spécificité et est dangereuse pour la santé elle est donc éliminée

Pour obtenir les conditions d'incubation : Utilisation d'une boîte en plastique noire avec un plastique clair placé vers le soleil. La température varie alors entre 35 à 37°C, placé un essuie-tout humide au fond de la boîte

Résultats : Le MTT ne tue pas tout de suite les grains, le MTT est la méthode avec le plus de corrélation avec la germination. La méthode MTT n'est pas optimale mais elle est un bon début pour l'étude des pollens.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

2002 – J. Pierre, M. Renard - Pollen longevity of oil seed rape
Oléagineux, corps gras, lipide

MOTS CLEFS

Viabilité

RESUME

Etude de la viabilité du pollen de colza en fonction de la température et de l'humidité relative pendant 15 jours.

Deux méthodes utilisées :

TTC (Triphényl Tétrazolium Chlorid) méthode très fiable

Pollen de colza viable 8 jours si bonne conservation voir même 15 jours si conservation à basse température. Cependant forte perte de viabilité au bout de 3 jours si conservations en conditions climatiques normales.

Fécondation forcée (étude du taux de nouaison, du nombre de siliques)

Interprétation des résultats complexes car liés à d'autres facteurs que la viabilité du pollen (ex : attaque parasitaire) donc un échec de nouaison n'est pas forcément causé par une mauvaise viabilité du pollen. Cependant, le taux de nouaison est plus fort quand le pollen a été conservé au froid ce qui est en accord avec les résultats TTC.

Quand la température est basse, l'humidité relative a peu d'influence. Quand la température est haute, la conservation du pollen est variable en fonction de l'humidité de l'air

Dans les deux cas, la longévité du pollen a été plus forte que celle trouvée in vitro qui étaient de 3 jours.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Fécondation forcée n'est pas une bonne méthode pour la viabilité du pollen car ce n'est pas car il n'y a pas de fécondation que le pollen n'est pas viable.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollen

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – M.L. Casals - Semences de betteraves : de la qualité du pollen à celle du lot de semences
Bulletins semences 223 p42-44

MOTS CLEFS

Betterave

RESUME

Un gros problème en betteraves sucrière est le nombre important de graines vides qui causent de lourds frais de triage et des pertes de bonnes graines.

La qualité du pollen semble avoir un effet important.

Si les grains de pollen commencent à germer mais s'arrêtent dans leurs croissances on aura un taux élevé de graines vides.

La présence de semences vides peut également s'expliquer par une faible pollinisation.

Les plantes anémophiles libèrent beaucoup de pollen.

Grandes différences de qualité et de quantité de pollen. Cependant plus une plante fournit de pollen plus en général la qualité de son pollen est bonne.

Le poids des anthères varie pendant la saison. En début de période de floraison on observe un poids maximal, ce poids diminue jusqu'à la fin floraison.

L'étude des conditions climatiques met en évidence un effet des températures, des températures faibles en début de période peuvent affecter le poids des anthères.

Plus les températures sont basses pendant la phase d'émission des boutons floraux plus la production de pollen sera faible.

Cependant un lien n'est pas clairement établi entre qualité de semences et production de pollen.

CITATIONS / DEFINITION

Qualité de pollen = capacité à germer

COMMENTAIRES PERSONNELS

Méthode intéressante du dénombrement du nombre de grain de pollen par anthère.

POLLEN et NECTAR : Synthèse bibliographique

POLLEN

- **Biologie**

Deux types de pollen existent : les binucléés et les trinucléés. Les premiers possèdent 2 noyaux : un végétatif et un génératif, les seconds ont un noyau génératif supplémentaire. Des différences de comportement découlent de cette propriété. Les pollens binucléés ont une durée de vie longue, celle des trinucléés n'excède pas quelques jours. La germination *in vitro* des grains de pollen trinucléés nécessite des milieux spécifiques pour chaque espèce au contraire des binucléés qui germent tous sur le milieu Brewbaker et Kwack (Hoestra, 1975). La répartition entre bi/trinucléé se fait selon la famille : **le pollen de la famille des Apiacées est trinuéé (Brewbaker, 1958). Le pollen de carotte est subrectangulaire en osselet avec 3 ouvertures équatoriales. Il mesure environ 20-25 µm de long. Spurr (2001) indique une durée de vie d'environ 3h pour le pollen de carotte. Il n'existe pas de composition de milieu adapté à sa germination *in vitro*.**

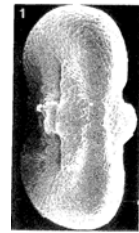


Photo 1 Grain de pollen de carotte (Cerceau-Larrival, 1972)

- **Données sur dispersion vent/insectes**

La carotte est une espèce entomophile (Simon, 2008). Rodet (1988) montre sous enceinte grillagée que 96 % de la pollinisation de la carotte est due aux insectes.

- **Influence des facteurs extérieurs**

De nombreux facteurs influencent la viabilité des grains de pollen. Parmi ceux-ci, on trouve les **conditions climatiques** et notamment le couple humidité / température : le pollen perd en viabilité quand les conditions sont chaudes et humides, lorsqu'il fait froid ou qu'il pleut au moment de l'anthèse (pleine floraison d'une fleur) (Hoestra 1975). D'autre part, plus il y a de pollen produit plus il est viable. De même, les grains de pollen germent mieux quand ils sont déposés en grande quantité sur les stigmates, c'est la **compétition pollinique**. (Savelli, 1940). Rodet (1988) montre que quelque soit le nombre de pollen déposés sur le stigmate, il n'y a qu'1 à 2 tubes polliniques qui croissent.

En carotte, la position de la fleur sur l'ombelle semble influencer la viabilité et la taille des grains de pollen qu'elle produit. Les fleurs en périphérie de l'ombelle produiraient un pollen plus petit et moins viable que celles au centre de l'ombelle (Nair, 1973). Rodet indique qu'une fleur de carotte reçoit en moyenne 9 à 15 grains de pollen en pollinisation entomophile classique. Doruchowski (1962) observe de fortes variations de viabilité de pollen entre ombelles.

- **Impact des pratiques agricoles**

L'impact néfaste des fongicides sur le pollen a été montré sur tomate (Cali, 2008) et amande (Yi, 2003). En effet, un tube pollinique en croissance a le même métabolisme qu'un mycélium de champignon, certains fongicides peuvent donc nuire à la qualité des grains de pollen. Après pulvérisation de fongicides en floraison sur ces espèces, un fort taux de grains de pollen anormalement formé a été observé. Les papilles des stigmates sont aussi

déstructurées par les traitements, la **réceptivité des stigmates** est réduite (Yi, 2003). Aucune étude de ce type n'a été menée sur carotte.

- **Méthodes de caractérisation du pollen**

La qualité reproductrice d'un grain de pollen s'apprécie au travers de trois types de méthodes (Dibos, 2010) : les **méthodes de coloration** qui indiquent la mortalité des grains de pollen par l'absence de certaines enzymes (méthodes FCR, Tétrazolium, X Gal) ou de cytoplasme (coloration d'Alexander) (Dafni, 1992). Ce sont des méthodes indirectes. Les méthodes de **germination *in vitro* ou *in vivo*** attestent de la faculté des grains de pollen à germer. La germination *in vitro* consiste à les faire germer sur des milieux de synthèse dont le plus connu est le milieu Brewbaker et Kwack (Brewbaker, 1963). En germination *in vivo*, les grains de pollen sont déposés sur un stigmate, puis celui-ci est disséqué, fixé et coloré : le nombre de tubes polliniques en croissance est alors compté (Shivanna, 1992). Ces deux dernières méthodes sont dites directes. Enfin le **taux de nouaison et de germination des graines obtenues** après fécondation manuelle sont des techniques qui attestent de la capacité des grains de pollen à féconder et à produire des graines viables (Dibos, 2010).

NECTAR

Peu de publications existent concernant le nectar de carotte. La majorité des publications trouvées traitent de l'oignon, du colza et du tournesol.

Sur chacune des espèces étudiées, il a été prouvé que la **composition du nectar est constante** au sein d'une même espèce et varie peu entre variétés. Sur colza, seules les **concentrations varient** en fonction de la génétique, du stade de floraison (Pierre, 1999). Pernal (1997) indique que le contexte pédoclimatique influence peu les concentrations alors que Farkas (2012) montre un effet sur le nectar d'oignon. La concentration en sucre (fructose, glucose et saccharose) est plus élevée en fin d'anthèse/début réceptivité sur Carvi (Langenberger, 2002). La **quantité de nectar évolue** en fonction du stade de floraison, des conditions climatiques, de la génétique mais également en fonction du moment de la journée. Un pic de production de nectar est observé en fin de matinée pour de nombreuses espèces (Carvi, Oignon, Colza) (Silva, 2004). La production de nectar est en général plus importante en conditions chaudes. Le nectar de carotte est secrété sur le stylopodium, plateau formé par la fusion de la base des styles (UzmaHamal, 2012).

Le saccharose est l'élément motivant la visite des abeilles. **Le nectar de carotte** est composé essentiellement de fructose (52%) et de glucose (alpha 21%, bêta 27% (Rodet, 1988)). Il a un **taux en saccharose faible (<10%)** (Petanidou, 2005). L'action des acides aminés sur l'attractivité est encore mal connue. Le potassium est parfois un répulsif (cas de l'oignon), parfois un attractif, les publications divergent...

Peu de méthodes existent pour étudier le nectar. L'extraction par centrifugation ou prélèvement à la micropipette sont utilisés pour prélever du nectar chez les espèces produisant beaucoup de nectar (Mesquida, 1988). L'analyse du jabot d'abeille, le prélèvement sur papier filtre / papier Whatman (Pernal, 1997) ou les ombelles plongées dans de l'eau distillée sont adaptés à l'analyse d'espèces peu nectarifères (Gaffney, 2011). L'analyse de la composition du nectar peut se faire via chromatographie gazeuse tandis que celle de la concentration est faite le plus souvent par spectrométrie et réfractométrie (Pernal, 1997). La présence de nectar peut être détectée sous lampe UV pour les espèces

possédant des composés fluorescents dans l'UV (cas de l'oignon) (Waller, 1978). Thorp (1975) a montré que le nectar de carotte était fluorescent sans préciser la longueur d'onde utilisée alors que Gaffney (2011) n'a vu aucune fluorescence en passant les ombelles sous UV à 360nm. Certaines publications notent la présence de nectar simplement en regardant la brillance des inflorescences (Langenberger, 2002).

POLLINISATION

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1951 – M.V. Smith, G.F. Townsend - Techniques Useful In Pollination Studies

MOTS CLEFS

Etude des pollinisateurs

RESUME

Marquage à la peinture

Marquage avec de la poudre (voir poudre radioactive)

Marquer tous les abeilles d'une ruche permet de :

- Suivre la dispersion à partir d'un endroit donné
- Estimer le nombre de ruche nécessaire à l'hectare
- Déterminer l'endroit et le moment le plus opportun pour placer les colonies
- Mesure l'efficacité des abeilles

Utilisation de composés fluorescents positionnés à l'entrée de la ruche

- Importance de la non toxicité et de l'absence d'influence sur le comportement des abeilles
- Adhérence
- Visible facilement

Liste avantage inconvénient de différents colorants : rhodamine/fluoresceine

Méthode de capture d'insectes au champs et en ruche

Ne pas utiliser de trop gros champs (Difficultés pour retrouver les abeilles) (moins de 5 ha = idéal)

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1960 – G.E. Bohart, W.P. Nye - Insect pollinators of carrots in Utah
Agricultural Experimental Station Utah state university Bulletin n 49

MOTS CLEFS

Abeilles, pollinisateurs sauvages, efficacité pollinisatrice

RESUME

Cette étude menée dans l'UTAH entre 1954 et 1957 vise à comprendre l'impact de la pollinisation par les abeilles et les insectes sauvages sur la production de semences de carotte porte-graines. 4 parcelles ont été étudiées : 1 encagée avec uniquement des abeilles, 1 encagée ne laissant passer que les petits insectes, 1 encagée ne laissant aucun insecte passer, 1 sans cages (open plot).

Les minuscules diptères sont abondants dans les fleurs de carotte et peuvent polliniser un nombre important de fleurs. Cependant, le nombre de fleurs pollinisées par des petits insectes est moins important que celui des fleurs pollinisées par les gros diptères et hyménoptères. Les parcelles encagées avec des abeilles fournissent légèrement plus de graines que les open plots.

334 espèces d'insectes représentant 71 familles ont été collectées sur les fleurs de carotte dans les open plot et sur les plantations adjacentes. La majorité de ces espèces étaient rares ou de passage. Chacun de ces pollinisateurs contribue peu à la pollinisation de la carotte, mais mis bout à bout toutes ces petites pollinisations prennent une grande part dans la pollinisation totale.

Il existe une très grande variation interannuelle, géographique, et même hebdomadaire au niveau des espèces trouvées dans les parcelles. Il est donc difficile d'obtenir des dynamiques de population. *Syrirta pipiens* était la plus fréquemment trouvée. La variation entre les populations des autres espèces entre année montre que le comptage des espèces n'est pas la meilleure solution. Ces variations peuvent être dues à la disponibilité du matériel pollinique qui change au cours de la saison, entre saisons et en fonction des conditions climatiques, des rotations, de la fertilisation. La présence de cultures aux pollens et aux nectars plus attractifs est un facteur influençant la présence d'insectes dans la parcelle.

En général, les abeilles sont nombreuses au milieu de la période de floraison quand le pollen est le plus abondant alors que les « muscoid flies » et les « drones flies » sont nombreuses en fin de saison dans les anthères des fleurs sont déhiscentes mais que le nectar continue d'être sécrété. Les Stratiomyidés sont présents en début de période. *Syrirta pipiens* est l'insecte dominant des populations de carotte augmentent de nombre en saison.

Les fluctuations saisonnières des insectes sont causées par des fluctuations des conditions climatiques, les différences entre fleurs de carotte, la compétition avec d'autres fleurs et l'abondance des insectes dans les zones autour de la parcelle. Les abeilles domestiques sont les plus sensibles à la compétition avec d'autres fleurs. Les fluctuations dans les populations peuvent être également dues à la présence ou non de prédateurs. Par exemple, *Halictus*

confusus arapahorum (petit insecte de la famille des Apoidea), est bon pollinisateur en début de saison mais disparaît soudainement à cause de l'arrivée de certains prédateurs.

Efficacité des pollinisateurs : l'abondance des insectes n'est pas un bon indicateur, en effet certains insectes sont plus efficaces que d'autres pour transférer du pollen (ex: les abeilles sont beaucoup plus efficaces par minute pour le transfert du pollen que les mouches). L'efficacité de la pollinisation dépend de la taille de la pilosité, du type de pulvilli et de l'activité sur la fleur ; les insectes qui volent beaucoup sont plus efficaces que ceux qui volent beaucoup moins

L'efficacité pollinisatrice des espèces les plus présentes dans les parcelles a été comparée en tenant compte du pollen vrac collecté et transporté sur leurs corps, de leurs tailles, de leurs capacités à voler et du contact étamines et stigmates quand elles volent d'une fleur à l'autre. Pour connaître l'impact de chaque espèce présente sur la pollinisation, on multiplie l'indice de pollinisation par la quantité d'insectes. Les rapports entre les espèces sont modifiés des espèces très présentes mais peu pollinisatrices arrivent en fin de tableau alors que les abeilles remontent dans les premières places. *Syricta pipiens* reste en première position mais essentiellement grâce à son nombre important d'insectes présents

Les méthodes pour améliorer la pollinisation de la carotte : ajout d'abeilles, éviter la présence de fleur compétitrice, baisser la quantité de carotte semences au même endroit pour éviter la dilution de la population d'abeilles, choisir des endroits avec beaucoup de pollinisateurs, prendre des mesures pour augmenter la population de pollinisateurs naturels. (Les espèces Diptères sont les plus faciles à propager)

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

La page 7 est très intéressante : classement des espèces en fonction de leurs efficacités pollinisatrices. Les dernières pages reprennent un inventaire intéressant de la faune présente.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1970 – E.H. Erickson, C.E. Peterson, P. Werner - Honey bee foraging and resultant seed set among male fertile and CMS inbreds and hybrid seed parents
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 (5): 635-638

MOTS CLEFS

Abeilles, Impact de la CMS, Attractivité

RESUME

Cette étude cherche à montrer l'impact de la stérilité mâle sur la production de carotte porte graine hybride. Trois variables sont étudiées : comportement de butinages, quantité et composition du nectar et rendement grainier. On cherche notamment à savoir si la CMS pétaloïde provoquant des fleurs vertes et off-white a un impact sur la fréquentation par les abeilles.

Le plan d'expérimentation est le suivant : un rang de mâles fertiles est semé entre 2 rangs de mâles stériles. Pour l'étude du butinage, des abeilles marquées sont placées sur la lignée fertile et des abeilles marquées différemment sont placées sur les lignées stériles et l'on note les passages d'une fleur à l'autre en notant s'il s'agit de même lignée ou de croisement. Le nectar est étudié en prélevant le contenu de l'estomac des abeilles (celles butinant le nectar) et par prélèvement directe sur les fleurs. La composition en sucre est analysée par chromatographie à gaz liquide, la quantité en sucres dissous par réfractométrie. Le rendement est noté également.

Cette étude prouve que le butinage est principalement intralignée (même sources) et que les butinages interlignée sont plutôt accidentels. Cependant on s'aperçoit que deux jours après le lâcher les abeilles sont moins fidèles à leurs sources initiales de butinage. Le nectar n'apporte pas d'informations supplémentaires concernant la pollinisation interlignée. Les nectars prélevés sur fleurs et dans les estomacs des abeilles n'ont montrés aucunes différences de composition. Au moment du prélèvement sur fleurs, les observateurs ont vu une différence de quantité de nectar entre les deux lignées mais cette différence ne s'est pas retrouvée par la suite.

Le rendement est clairement corrélé aux butinages et à la fréquentation des lignées. La lignée mâle stérile a souffert du faible butinage interlignée. Selon l'auteur, un moyen d'optimiser la production en carotte serait de limiter les différences entre les deux lignées au niveau de la morphologie des fleurs.

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

La méthode de prélèvement du nectar dans l'estomac des abeilles apparaît comme intéressante.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1970 – J. Lecomte - La pollinisation et les insectes pollinisateurs

?

MOTS CLEFS

Inventaire

RESUME

Introduction longue sur la pollinisation en général sur de nombreuses espèces fruitières et potagères (mais rien sur carotte).

Les abeilles sont capables d'aller loin mais se contente de rester auprès 1 km de la ruche.

Vol court quand conditions climatiques sont défavorables.

Butineuses se fixent sur une région de 30 mètres de rayon souvent moins.

Visite d'une plante dépend de :

- Ruche (distance)
- Présence de plantes compétitives
- Choix antérieur

Les bourdons :

25 espèces en France dont 10 avec importance économique.

Cycle annuel de la colonie, disparition de la colonie pendant la mauvaise saison (seules les jeunes reines survivent).

Emplacement de la colonie sous le sol, sous terre au-dessus du sol.

Les colonies de bourdons sont beaucoup plus faibles que celles des abeilles (250 à 1000 ouvrières).

Caractéristiques générales du butinage semblables entre abeilles et bourdons.

Les bourdons sont plus rustiques travaillent dans des conditions difficiles et commence de bonne heure.

Mégachilidés :

Récolte du pollen grâce à leurs brosses ventrales au lieu des pattes postérieures. Les mâles naissent les premiers puis les femelles c'est à ce moment qu'a lieu l'accouplement. A la fin de l'été, c'est un adulte parfait en apparence qui se trouve dans un cocon. Cet insecte devra subir du froid pour éclore à l'issue de l'hiver.

Mélistidés

En France, apparition au milieu de juin notamment de *Melitta leporina* (la plus importante).

Éclosion de la nymphe : besoin d'une période de froid puis de chaleur.

Halictidés :

Il existe des formes sociales et construisent des nids souterrains.

Andrénidés :

Les andrènes sont très nombreux : on en compte 150 espèces en France

Grosse différence entre les Apoïdes. Les abeilles domestiques sont les seules à être aussi éclectiques, la majorité des Apoïdes est fixée sur 1 famille botanique.

Collitidés :

Abeilles à langue très courte, collecte le nectar sur des fleurs où le nectar est facilement accessible. Les collitidés sont abondants sur fleurs d'oignons.

Problèmes au niveau pollinisateur :

Fluctuation de population de pollinisateur est le point essentiellement problématique de la pollinisation.

Parasites qui pondent dans les œufs.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Très beaux schémas

Explication de la nidification (cf article)

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1982 – V.J. Tepedino - An open-field test of Megachile rotundata as a potential pollinator in hybrid carrot seed field
Journal of Apicultural Research 22 (1) 64-68

MOTS CLEFS

Inventaire

RESUME

Les abeilles Mégachile sont des insectes semi-domestiques. Cette expérience souhaite montrer si l'on pourrait remplacer les abeilles domestiques par des Mégachiles dans les champs de carotte. Les résultats sur Mégachile en cage sont encourageants.

Finalement les Mégachiles sont peu efficaces, elles ont plutôt tendance à chercher du pollen de luzerne que du pollen de carotte.

Par contre, on retrouve beaucoup de Syrphes dans les champs de carotte.

Il serait donc plus intéressant de généraliser l'utilisation de mouches plutôt que de Mégachiles.

Les mouches sont plus abondantes sur la lignée fertile que sur la lignée stérile et en nombre plus important le matin que l'après midi.

Les abeilles sont plus nombreuses sur la lignée stérile que sur la lignée fertiles et sont surtout présentes l'après – midi

Peu de guêpe ont été observées dans les champs.

La carotte n'est pas attractive pour les Mégachiles.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1986 – G.C. Ricciardelli D'Albore - Les insectes pollinisateurs de quelques ombellifères d'intérêts agricoles et condimentaires
Apidologie, 17 (2), pp 107-124

MOTS CLEFS

Pollinisateurs sauvages, Andrène

RESUME

Cette étude étudie la pollinisation sauvage de nombreuses Apiacées dont la carotte :

99.80% de la pollinisation de la carotte se fait via des pollinisateurs naturelles. En pollinisation hybride, les insectes recueillant uniquement le pollen ne sont pas intéressants, seuls les collecteurs de nectar sont intéressants car ils vont d'une lignée à l'autre.

Les *Andrena minutula* représentent 61.55 % des pollinisateurs présents dans la parcelle. Elles avaient une densité moyenne de 19.06 individus.10 m⁻².

Les *Halictus maculas* représentent 17.03% des pollinisateurs

Syrphidae, Muscidae, Calliphoridae, *Vespa germanica*, *Andrena ovula*... représentent 21.21 % des pollinisateurs avec une densité de 7.18 butineuses pour 10 m² (dont 9.69% du total des pollinisateurs est représenté par les Diptères). Les Diptères sont attirés non seulement par le nectar des Ombellifères mais aussi les arômes des plantes.

L'abeille domestique est très peu présente.

Il n'existe pas de corrélation positive entre le déroulement de la floraison et la densité de pollinisateurs pour chaque unité de surface.

La petite surface est un biais important car les grandes surfaces sont plus attractives pour les colonies d'abeilles et diluent la population d'insectes pollinisateurs sauvages

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Etude peu adaptée à notre problématique car menée sur une petite surface dans un contexte sans produit phytosanitaire.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1989 – N.P. Goyal, M. Singh, J.L. Kandoria - Role of insect pollination in seed production of carrot
Indian Bee Journal 51 : 3: 89-93

MOTS CLEFS

Inventaire

RESUME

Etude dans une province d'Inde des principaux pollinisateurs de la carotte. Il apparait qu'Apis mellifera et Apis cerana indica sont responsables de la majorité de la pollinisation. En effet leurs présences augmentent de 60 % la pollinisation en OP et de 70 % en hybrides. Les observations ont lieu de 6 h à 19h.

Evaluation de la nouaison.

Biologie florale de la carotte :

1 ombelles (moyenne des O1, O2 et O3) = 1009.2 fleurs répartie en ombellules contenant chacune 27.1 fleurs

Les fleurs périphériques fleurissent en premier puis celle du centre pour les ombelles et les ombellules.

Les fleurs s'ouvrent vers 6h30 en moyenne 108 fleurs s'ouvre par jours.

L'anthèse dure par ombelle 7 à 11 jours.

25 à 30 jours de floraison par plantes et 39 jours par champs.

Les anthères déhiscentes en 2 jours après ouverture de la fleur.

Pollinisateurs :

On trouve des pollinisateurs de 7 h à 19 h dans les champs le maximum de pollinisateurs est atteint de 10 h à 11 h. Cette présence est liée quantité de nectar et pollen disponible.

70 espèces ont été observées appartenant à 31 familles. La famille des Diptères est la plus abondante avec principalement les Syrphes suivie des Hyménoptères (avec les Apidae) et les Hemiptères.

Les abeilles sont les meilleurs pollinisateurs.

Les collecteuses de pollen s'observe plus le matin que l'après – midi alors que l'on rencontre plus de collecteuses de nectar l'après-midi.

Apis cerana indica est plus lente que melliphera.

Pas de différence entre les deux types d'abeilles sur la qualité de pollinisation.

L'article est plus favorable aux abeilles qu'aux pollinisateurs naturels car les naturels sont plus sensibles aux insecticides, ont une forte variation interannuelle, sont sensibles au climat et à la présence de plantes compétitrices.

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1990 – G. Rodet - Pollinisation de la carotte: travaux récents
Bulletins Fnams semences 111, 47-51

MOTS CLEFS

Abeille, comportement de butinage, lignée mâle stérile

RESUME

G.RODET dans le cadre de sa thèse à étudier le comportement des abeilles par rapport à la pollinisation des carottes porte-graine sous tunnels engagés. Le pollen qui pollinise n'est pas le pollen ramassé par les abeilles et mis en pelote, celui-ci est aggloméré et ramené à la ruche, il s'agit plutôt du pollen qui est retenu dans la fourrure de la butineuse au hasard de ses visites aux fleurs.

Le comportement des insectes floricoles dépend beaucoup du couvert végétal (aspect, structure...).

La quantité de graines produites diminuent en fonction de la distance qui sépare les plantes mâles-stériles des mâles fertiles. Ainsi, la sous-pollinisation vient d'un problème de transport du pollen sur des distances relativement courtes (2.5m au maximum).

Le pollen est produit en quantité variable suivant l'ordre des ombelles et la zone dans l'ombelle (pas de différences de ces variations entre lignées). La disponibilité du pollen varie au cours de la saison.

La pollinisation anémophile est négligeable (0.1%). Les quantités de pollen transportées par les abeilles dans leurs fourrures sont différentes en fonction comportement de butinage (récolteuse de pollen sur la lignée mâles, récolteuse de nectar sur la ligné femelle, récolteuse de nectar sur la ligné mâles).

La répartition des butineuses est homogène dans la parcelle, la lignée male n'est pas plus fréquentée que la lignée femelle même si plus fertile. Les abeilles ont une forte tendance à revenir butiner au même endroit, une zone d'environ 2m² on peut donc parler de fidélité.

La répartition permet un ajustement rapide des effectifs de butineuses actives en fonction des variations en ressources, en limitant le nombre des butineuses errantes recherchant des sources nouvelles de nectar et de pollen, cette répartition limite les passages d'abeilles entre les plantes mâles fertiles et mâles stérile.

Pour optimiser la production il serait intéressant de rapprocher les lignées dans l'espace, utilisation d'autres pollinisateurs (mouche genre Calliphora, Diptères et Hyménoptères)

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Méthode d'étude de la fidélité, les avantages du tunnel engagé pour l'expérimentation et du comptage de pollen sont intéressants

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1991 – G. Rodet, J.P. Torre Grossa - Foraging behavior of Apis mellifera on male sterile and male – fertile inbred line of Carrot in gridded enclosures
Acta Horticulturae 288, 6 th Pollination Symposium

MOTS CLEFS

Inventaire

RESUME

Distance entre les rangs = principal facteur au niveau des problèmes de pollinisation

3 grandes tendances de comportements :

- Répartition homogène des abeilles dans la parcelle
- Individuellement les abeilles restent fidèles à une zone.
- La composition de la pelote de pollen est caractéristique du comportement alimentaire des abeilles

Identification des abeilles avec des couleurs et des nombres.

Les pattes des abeilles sont coupées et l'extraction du pollen présent sur ces pattes a lieu dans le glycérol. Le pollen est observé au microscope, on sépare le pollen de carotte des autres pollens.

Pas observation de différence d'attractivité entre les deux lignées

Les populations d'abeilles sont différentes en fonction du comportement de butinage.

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1992 – A. Bonnet - Carotte : la production de semence en hybrides
Bulletins de semences, 121, 41-45

MOTS CLEFS

Abeilles, Hybrides, CMS

RESUME

Dans une première partie de l'article, la production des hybrides est abordée. L'auteur explique ensuite les spécificités de la pollinisation de la carotte hybride.

L'idéal est de mettre 4 à 6 ruches à l'hectare pour avoir 10 abeilles/m². Il existe trois types d'abeilles, celles qui rapportent le pollen, celles qui rapportent le nectar et celles qui rapportent les 2. Ces dernières sont très rares. Le pollen utilisable pour la fécondation des fleurs n'est pas celui qui est mis en pelote, c'est celui qui s'accroche involontairement sur la fourrure qui est utilisable. Les abeilles sont fidèles à la source d'aliment qu'elles ont trouvé la première fois donc à la lignée, peu d'échange entre lignée existent. Les échanges inter lignées sont donc peu fréquents mais existent ; ils existent aussi des échanges au sein des ruches entre abeilles par frottement involontaire.

Plus l'on s'éloigne du rang mâle, plus les rendements et le nombre de grain chutent et cependant le PMG augmente. Pour une fécondation optimale, il faut plusieurs grains de pollen. Il n'y a jamais plus de 25 % de graines doubles en effet les avortements de graines sont fréquents. Les mouches à viande (Calliphoridae) polliniser de façon plus homogène que l'abeille, il n'y a pas de plus d'autorégulation des populations en cas de surpopulation.

Les fleurs fécondées évoluent plus rapidement que les fleurs non fécondées dont les phases réceptrices sont allongées.

L'attractivité des fleurs est liée à la couleur des pétales, la production de nectar par les glandes nectarifères situées en dessous du style et à la production d'arôme puissant. La production de nectar et d'arôme sont synchronisées avec la phrase réceptrice du stigmate.

Les stigmates sont de type humide gonflés à leurs extrémités et couvert d'une sécrétion lipidique qui piège les grains de pollen.

En fonction de la CMS utilisée, il y a des différences d'attractivité. La stérilité anthère brunes ne change pas l'attractivité de la lignée à la différence de la pétaloïdes qui l'a diminué à cause de la présence de pétales verts

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1992 – G. Rodet, J.P. Torre Grossa, B. Vaissière - Effet de la pollinisation sur la qualité des graines de carotte
Apidologie 23 (5) 479-481

MOTS CLEFS

Abeilles, Qualité des semences, Intensité de pollinisation

RESUME

Dans cet article, il est question du rapport entre la pollinisation et la qualité des semences de carotte.

Il y a une corrélation entre la qualité germinative des semences et l'intensité de pollinisation. La capacité de germination des semences s'acquiert précocement pendant la période de maturation (le nombre de grains déposés sur le stigmate ne semble pas avoir d'impact sur la qualité germinative).

Les effets des facteurs de pollinisation se voient au niveau de la tolérance à la dessiccation et aux traitements après récolte.

La tolérance à la dessiccation est acquise au trente-sixième jour après nouaison.

Des conditions de séchages sévères et des défauts de pollinisation augmentent le nombre de graines abimées aux battages. Or 30% des graines abimées au battage ne germent pas par la suite. L'hypothèse est la suivante : la variation de pollinisation détermine le calibre. Des calibres plus gros sont facilement cassés pendant le battage.

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Il serait intéressant d'avoir l'article intégral

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1996 – B. Vaissière - Attractifs : les abeilles ne sont pas dupes
Bulletins de semences, 135, 35-37

MOTS CLEFS

Abeilles, Attractifs, comportement de butinage

RESUME

Le comportement des pollinisateurs est complexe et difficile de l'orienter. Les essais menés pour optimiser la pollinisation via des attractifs ont souvent été des échecs : les sirops pulvérisés dans les champs n'ont pas d'effets, osmoguidage (mettre des odeurs de fleurs dans du sirop administré aux abeilles à la sortie de la ruche pour les habituer à butiner cette odeur) est tout aussi inefficace. L'anethol, les essences d'anis, le citral, le geraniol, le distillat de miel sont également sans effet.

Il existe deux groupes d'attractifs : ceux pour l'appétence alimentaire (à base de sucres et de protéines) et ceux à base de phéromones. Par exemple le Nasonov est une phéromone sécrétée par les abeilles lorsqu'elles visitent une source de sucre, c'est un marquage pour les autres abeilles. Les attractifs utilisant l'appétence alimentaire sont inefficaces. Les phéromones fonctionnent très bien en laboratoire mais les résultats sont mauvais en plein champs.

C'est la qualité des ressources en pollen et en nectar (quantité, accessibilité, composition et goût) qui oriente le butinage des abeilles. Les autres facteurs comme l'odeur, la couleur, la forme ne sont que des facteurs de rendement du butinage. Ils peuvent agir de façon positive pour accentuer la fidélité, mais aussi de façon négative pour mémoriser une mauvaise expérience (ex : luzerne).

Il existe 4 types différents de butinage et de besoin en transferts de pollen :

- Simples visites (fleurs hermaphrodites et autocompatibles)
- Visites successives de différentes fleurs sur une même plante pour les espèces monoïques et autocompatibles
- Visites de différentes fleurs de différentes plantes pour les autoincompatibles
- Visites alternées de différentes lignées pour la production de semences hybrides.

Les conditions climatiques lors de la floraison, la durée de la floraison et l'intensité de la floraison (masse florale (nombre de fleur par unité de surface) sont des éléments très importants au moment de la floraison.

Les abeilles étendent leurs aires de butinage au fur et à mesure. Cependant même en cas de découverte d'une source plus attractive de pollen, une partie reste sur la première culture trouvée (mesure de sécurité en cas de destruction de la nouvelle source). Certains nectars deviennent répulsifs quand ils sont trop chargés en K⁺ par exemple. Les aires restent fidèles à une aire de butinage.

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 – J. Aletru - Pollinisation : abeille ou mouche
Supplément bulletins semences, 143, p11-13

MOTS CLEFS

Abeille, mouche, sous abri

RESUME

Dans cette étude, le facteur principal étudié est le type de pollinisation (par abeille domestique (*Apis mellifica*) ou par Mouche (*Calliphora Vomitoria*)) et le facteur secondaire est l'impact du type de couverture (100% de couverture insect proof (IP) ; 20 à 50 % de couverture IP)

Les résultats sont les suivants :

IP 100 % = meilleure pollinisation pour mouche et abeille mais risque en cas de fortes pluies. Les abeilles ont tendance à rester près des ruches, les mouches sont réparties en sachet tout au long de la serre d'où meilleure répartition pour pollinisation. Au niveau de l'impact du climat sur les mouches : quand hygrométrie < 50 %, baisse de l'activité des mouches; température optimale entre 20 à 28 °C, cependant les mouches restent dans la végétation à partir de 28°C. A noter également si l'intensité lumineuse > 700 w.m⁻², les mouches sont moins efficaces.

En termes de pollinisateurs, on a besoin de beaucoup plus de mouches pour polliniser que d'abeilles pour obtenir au final la même quantité de graines. Les périodes d'activité de ces pollinisateurs sont différentes: Abeilles actives entre 10 h et 17 h et mouches actives entre 8 h et 19h (graphique 2).

Avec une pollinisation mouche, on a une meilleure fécondation mais des calibres plus petits et c'est l'inverse avec les abeilles. L'ajout supplémentaire de mouches entre la floraison de l'ombelle I et II augmente le rendement de 22% sur O1 et de 26% sur O2.

L'abeille est un pollinisateur pas toujours docile mais qui reste facile à apporter dans les abris. Au stade réceptif de la carotte, une population de 4 à 6 insectes par mètre linéaire de culture est suffisante pour assurer la pollinisation.

Les mouches calliphora : docile, facile à apporter. L'apport en mouche doit être régulier dans les abris. Elles ont une durée de vie courte et le climat (T°C) agit beaucoup sur elles. En floraison, il faut 20 mouches par mètre linéaire pour polliniser ombelle I et 5 mouches en floraison pour les ombelles II

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 – P. Bonnafe - Pollinisation par les abeilles : les aspects pratiques
Supplément à bulletins de semences, 143, p7-8

MOTS CLEFS

Ruche

RESUME

Il existe de nombreux types de pollinisation, des cultures différentes à polliniser, des conditions différentes (insect proof, plein champs). Il est donc difficile d'établir une ruche idéale au vue de toutes ces contraintes.

Les principaux conseils sont les suivants :

La taille de la ruche doit correspondre à la masse florale à polliniser.

Eviter les surpopulations.

3 ou 4 cadres de couvains est souvent cités comme un idéal, il faut nuancer ce propos car le nombre de couvains idéals dépend de la période de l'année considérée.

Pour les cas de pollinisation précoce ou délicate, il est important que les couvains soient ouverts.

L'état sanitaire de la ruche doit être irréprochable.

Le positionnement des ruches dépend de la précocité de la culture.

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 – F. Collin - Enquête : la pollinisation vue par les producteurs de semences
Supplément pollinisation Bulletins de semences n°143 p 22-23

MOTS CLEFS

Pollinisation, Agriculteurs - multiplicateurs

RESUME

Enquête auprès des pratiques des agriculteurs multiplicateurs et leurs rapports à la pollinisation.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Pas très intéressant par rapport à la problématique et données assez anciennes

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 – FNAMS - Supplément pollinisation
Bulletins de semences 143

MOTS CLEFS

Ensemble d'articles

RESUME

Ensemble d'articles sur la pollinisation : qualité de graine, attractivité, abeilles, bourdons, risques d'intoxication.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Voir les résumés correspondant dans la base de données

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 – M. Perrigault - Les bourdons : élevages et utilisations
Supplément à bulletins de semences, 143, p14-15

MOTS CLEFS

Bourdons

RESUME

Les bourdons appartiennent à la famille Apidae: 200 espèces dans le monde. En France, il existe 34 espèces de bourdons dont une douzaine très commune.

Colonies : individus sexués (reine et mâles) et stériles (ouvrières), femelle (reine+ouvrières) peuvent piquer

Cycle des colonies : annuel. La reine est la fondatrice de la colonie, sa durée de vie est de 12 mois celle des ouvrières est de 2 mois, seules les reines fécondées hivernent.

Reine : les jeunes reines entrent en hibernation durant l'été. Elles s'enfouissent à une profondeur de 5 à 20 cm dans le sol dans une zone ombragée, elle y reste tout l'hiver 6 mois en torpeur en activité minimale. Au printemps, elles se réchauffent au sol, avant d'aller s'alimenter en nectar sur les premières fleurs. Après une période de 2 à 4 semaines, les reines se mettent à la recherche d'un site de nidification, pour le bourdon terrestre le site de nidification est un terrier de campagnol ou de musaraigne, la reine s'arrange pour faire une cavité de 3 à 4 cm de diamètre.

Le cycle de vie d'un bourdon est le suivant : l'éclosion des œufs a lieu 4 à 6 jours après la ponte, 5 mues puis cessation de l'alimentation et isolation dans cocon de soie = nymphose puis forme adulte. Quand le nombre d'ouvrière est satisfaisant, la reine ne sort plus et se contente de pondre.

Apparition de la forme sexuée : quand la reine décline, la colonie produit de jeunes mâles et de jeunes reines. Les mâles proviennent d'œufs non fécondés et ne participent pas aux travaux du nid, ils abandonnent le nid 4 à 5 jours après naissance, les jeunes reines proviennent d'œufs fécondés, leur alimentation est importante, leur taille est grande. Après la naissance, elle s'alimente encore pendant une semaine et quitte le nid pour s'accoupler, les mâles attirent les femelles au moyen de substances odorantes déposées sur les feuilles, branches herbes. Après accouplement les reines recherchent un site pour hiberner.

Pollinisateurs : pollinisation même en conditions difficiles température basse 10 °C, pluie, vent, faible luminosité, les butineuses travaillent du lever du jour au crépuscule.

Arrêt total de la pollinisation à partir de 35 °C.

Les bourdons supportent bien le confinement (on peut les mettre sous serre verre, tunnel plastique...)

L'espèce élevée est le *Bombus terrestris* (bourdon de grande taille très commun) il est noir avec deux bandes jaunes et une bande blanche, ces colonies sont importantes et peu agressives, il a une langue courte : il ne convient pas aux fleurs à corolle profonde

Inconvénients : détérioration des fleurs en cas de surbutinage, lorsque que la population de bourdon est trop importante pour le nombre de fleurs à polliniser

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 – G. Rodet - Qualité grainière et pollinisation
Supplément pollinisation, 143, p3-4

MOTS CLEFS

Abeilles, Qualité des semences, Intensité de pollinisation

RESUME

La qualité de la semence est jugée par 3 critères : la viabilité, la taille et le génotype. La taille et la viabilité sont des critères de fonctionnalités biologiques de la graine. La qualité grainière est étudiée selon deux modalités complémentaires : les études de la variabilité (corrélations avec des facteurs) et les études sur les mécanismes biologiques (physiologie, biochimie). Les études cherchant à montrer un effet ou pas d'effet de l'environnement sur la taille de la graine se révèlent contradictoires. Cependant il apparait que 80% des apports faits à la graine en développement sont des molécules issues de la photosynthèse immédiate. Les effets des facteurs du milieu sont intégrés par les capacités immédiates de la plante soient acquises (surface foliaire) soit génétiquement déterminées (nombre d'ovules disponibles).

Dans l'étude de la qualité grainière, il faut séparer les facteurs physiques (microclimat) et biotiques. Les facteurs physiques sont compliqués à interpréter car ils sont très liés à un territoire. En facteur biotique, le pollen apparait comme le principal facteur.

La pollinisation joue un rôle capital dans la qualité grainière, on parle de 4 « pouvoirs de la pollinisation ».

Le pollen doit répondre à la demande de fécondation que formule la fleur (réceptivité des stigmates).

La compatibilité afin d'éviter la consanguinité.

Compétition entre les différents génotypes du pollen venant se déposer sur le stigmate d'où sélection.

Enfin le dépôt de pollen peut sans fécondation engendrée des fruits : parthénocarpie.

Par la quantité, la qualité et l'échéancier des dépôts de pollen, la pollinisation apparait comme le principal facteur biotique du milieu qui agit directement sur la qualité des graines. Elle agit aussi indirectement par les réactions physiologiques induites dans la fleur par simple contact avec le pollen.

CITATIONS / DEFINITION

Pollinisation : dépôt de pollinisation sur le pistil d'une fleur

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 – A. Serpeille - Pollinisation des carottes hybrides: les mouches viennent en renfort
Supplément Bulletins de semences, 143, p9-10

MOTS CLEFS

Mouches, Cycle mouche, Gestion de la population

RESUME

Les avantages des mouches sont nombreux pour la production de semences hybrides : elles se déplacent sur des cultures peu attractives pour les abeilles (lignée pétaloïdes, par exemple), de même lorsqu'il existe de grandes différences d'attractivité entre deux lignées, l'abeille fait un choix, alors que les mouches iront sans différence d'une lignée vers l'autre, enfin il n'y a pas de forte des mouches vers des cultures plus attractives (tournesol, phacelie...) comme cela existe avec des abeilles. Elles permettent également de bien valoriser la pollinisation des ombelles secondaires.

Cependant les mouches sont beaucoup moins valorisées en cultures populations qu'en hybrides. L'idéal est d'apporter 5 litres de pupes/ha pour avoir environ une mouche par ombelle fleurie ou défleurie. Pour obtenir le rendement maximal, il faut apporter les mouches au moment où les femelles sont au stade réceptif, les deux styles sont développés écartés et terminés par un stigmate gonflé. Ce stade correspond à la fin de la production de nectar que les mouches viennent prélever tôt le matin, en l'absence de rosée avant les fortes chaleurs de l'après-midi (moment préférée par les abeilles). C'est à ce stade que chez la plupart des variétés que les pétales commencent à tomber.

La conservation des pupes est un critère de réussite de la population car il faut éviter de pertes trop importantes. Il faut conserver les pupes dans des milieux aérés et de faire évoluer très progressivement les températures vers un refroidissement pour le stockage et vers un réchauffement pour l'éclosion. A 5°C conservation = 10 à 15 jours sans problèmes. La journée précédant le lâché, les lots sont placés à l'ombre au frais puis en lieu plus exposé à l'aération et à l'ensoleillement (sans excès de chaleur).

Les principales étapes de la vie d'une mouche ailée sont les suivantes : 1ère journée réveil des mouches qui sont en activité fébrile. La semaine suivante correspond à la recherche d'un partenaire. Fécondée les mouches femelles sont moins actives et n'intéressent plus les mâles. Au bout de 10 jours, elles recherchent des matières en voie de putréfaction pour pondre. A ce moment, elles ne sont pas intéressantes pour la pollinisation, la dérive peut être importante mais la mortalité n'intervient qu'après ponte.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 – B. Vaissière - Mesurer l'efficacité pollinisatrice
Supplément à bulletins de semences, 143, p22-23

MOTS CLEFS

Efficacité pollinisatrice

RESUME

Dans cet article, VAISSIERE explique une technique pour mesurer l'efficacité pollinisatrice

Culture cible : permet de définir le cadre, la quantité et la disposition des fleurs avec des étamines déhiscentes libérant du pollen viable qui détermine la quantité de pollen disponible. Elle permet également de déterminer la quantité et la disposition des fleurs pourvues de pistils réceptifs ce qui détermine la population de stigmates sur lesquels le pollen devra être déposé

Vecteur de pollen : vent, insectes, auto pollinisation passive

Environnement : le climat conditionne les phénomènes biologiques : la vitesse de déhiscence des anthères, la sécrétion nectarifère, l'activité de butinage des insectes floricoles et la vitesse de germination et de croissance des tubes polliniques dans les pistils

Les relations fonctionnelles qui lient IP à la nouaison d'une fleur, à son nombre d'ovules fécondés et finalement à la production grainière ne sont pas simples, les dénombrements de pollen sur stigmates ont besoin de témoins positifs et négatifs

Témoin positif : fleurs pollinisées manuellement de façon saturante et/ou lignée isogénique mâles fertiles

Témoin négatif : fleurs ensachées sous pollenproof et/ou sous sachet de tulle négatif car exclu influence insecte et vent

CITATIONS / DEFINITION

Efficacité pollinisatrice = efficacité physique de ce transfert de pollen et efficacité biologique (fécondation résultant de ce transfert)

Période effective de pollinisation (PEP) Période pendant laquelle le dépôt de grains de pollen sur le stigmate peut effectivement résulter en des fécondations

Intensité de pollinisation (IP) : le nombre de grains de pollen de la même espèce déposés sur le ou les stigmates d'une fleur pendant la PEP

Calcul intensité pollinisatrice (IP) : $D \cdot VB \cdot DB \cdot EPI$

avec D = durée totale moyenne de la période de butinage pour l'espèce d'insectes considérée sur la culture cible (en minute)

VB= vitesse moyenne de butinage (en fleur/minute)

DB = densité moyenne de butineuses rapporté à la masse florale, c'est à dire à la quantité de fleurs de la culture cible épanouies par jour et par unité de surface (en insectes/100 ou 1000 fleurs)

EPI = efficacité pollinisatrice individuelles moyenne (en grain de pollen de la même espèce déposés par visite) (argumentaire en faveur de la formule cf article)

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2000 – N. Morison, B. Vaissière, G. Rodet - Pollinisation sous abri: la pollinisation des cultures entomophiles
Bulletins semences 153 p31-34

MOTS CLEFS

Pollinisation sous abri

RESUME

Avantages de la culture sous abri :

Isoler la culture des ravageurs

Eviter l'action néfaste des précipitations sur la qualité des semences

Risques d'échanges polliniques

Insectes sous tunnel :

Quand petit tunnel : les mouches calliphorae sont adaptées sur ombellifère et alliacées.

Pour les plantes à fleurs fermées comme les légumineuses à utilisation de mégachile ou Bourdons

Quand grand tunnel : Utilisation de l'abeille domestique

Abeilles domestiques :

Il faut les transporter en pleine journée pour n'avoir que les jeunes ouvrières et donc baisser la mortalité des butineuses (les jeunes butineuses sont moins sensibles aux changements d'atmosphère que les anciennes). Elles ont besoin d'eau.

Les températures élevées sous abri augmentent les sécrétions nectarifères d'où bonne pollinisation.

Bourdons :

Besoin de conditions particulières d'installation (cf article)

Une fleur sans nectar avec pollen n'est pas visitée

Butinage n'est pas obligatoirement égal à une bonne pollinisation

Trop d'insectes est mauvais car les pollinisateurs vont garder tout le pollen pour nourrir la ruche

Idéal de butineuses = 1 butineuse pour 100 à 1000 fleurs

Miel et sirop à ajouter pour les mauvais jours

Température :

Abeille capable de thermorégulation si elles ont de l'eau à proximité

Bourdons :

Pas de thermorégulation d'où besoin de mettre les ruches à l'ombre. Problème de température supérieure à 30°C.

Humidité relative :

Problème pour la déhiscence des anthères qui est retardée voir stoppée

Lumière :

Abeille vision trichromatique comme les hommes mais avec un spectre décalé, elle ne voit pas le rouge mais voir très bien en UV

Absence UV :

Problème d'arrêt de butinage chez espèce sociale

Lumière polarisée les abeilles utilisent la lumière polarisée pour se déplacer, cependant les films plastiques des tunnels et notamment double parois modifie cette lumière d'où modification du comportement des abeilles.

Pollen plus rare en hydrides donc les abeilles ont tendance à en ramener de préférence pour la ruche. Il faut donc éviter la récolte de pollen et le surbutinage (aboutit à la destruction des pièces florales). Les bourdons endommagent plus les fleurs que les abeilles.

Pour limiter la récolte de pollen, nourrir les colonies avec du pollen d'une autre culture.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation, Pollen, Floraison, Attractivité

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 - C. Pérez-Banon, T. Petanidou - Pollination in small islands by occasional visitors: the case of *Daucus carota* subsp. *commutatus* (Apiaceae) in the Columbretes archipelago, Spain *Plant Ecol* (2007) 192:133–151

MOTS CLEFS

Daucus carota subsp. *Commutatus*, floraison (dynamique de floraison), pollinisateur (inventaire), attractivité (nectar), reproduction (pollen, réceptivité), technique de mesure

RESUME

L'étude a porté sur l'espèce *Daucus carota* subsp. *Commutatus* dans l'archipel isolé de Columbretes (Espagne) dont les abeilles sont absentes.

La pollinisation est assurée par les mouches, principalement *Eristalis tenax* (Syrphidae) et *Lucilia sericata* (Calliphoridae). Le suivi a été réalisé dans 2 zones géographiques, dans la première zone (Grossa) les pollinisateurs ne sont pas limitants alors qu'ils le sont dans la deuxième (Foradada). Le manque de pollinisateurs sur Foradada est sans doute la principale raison expliquant que, dans les résultats d'expérimentation, le nombre de graines formées par pollinisation naturelle soit plus faible qu'à Grossa.

Dans ces deux zones isolées, il semblerait que les carottes suivies aient développées certains traits floraux particuliers :

- Production de nectar du stade mâle au stade femelle pour favoriser le transfert du pollen
- Allongement de la durée de réceptivité du stigmate (jusqu'à 10 jours), ce qui allonge la durée de vie de la fleur (jusqu'à 22 jours). Cela permet un dépôt de pollen suffisant sur les stigmates même en condition de faible transfert de pollen. Par comparaison la durée de réceptivité de 2 autres variétés cultivées et de 2 variétés de carottes sauvages ne dépassent pas 4-5 jours.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Méthodologies testées très intéressantes dont :

- Suivi de floraison, comptage de fleur par ombelle
- Nectar & pollen : Observation visuelle de la sécrétion de nectar et de la présentation du pollen à quelles classes de notations utilisées ?
- Viabilité du pollen : test de germination du pollen avec méthode de la goutte suspendue
 - Analyse sur des échantillons de 200 grains de pollen : demander des compléments d'infos sur leurs techniques d'extraction et de comptage
 - Des tests préliminaires ont montré que la germination du pollen était la plus élevée (quoique encore faible) pour des teneurs en sucrose de 40%.
 - Germination la plus élevée pour du pollen de 24h par comparaison à du frais et du pollen de 48h
 - Test sur du pollen âgé de max 3 jours après anthèse (il ne reste plus de pollen sur les fleurs après cette période).
- Réceptivité du stigmate :
 - Méthode de la germination du pollen in vivo

- Basée sur la mesure de la longueur du style. Le début de la réceptivité du stigmate se manifeste par une très forte élongation du style (jusqu'à 50% de sa taille au stade 1)
- Dans cet article, cette phase débute 7 à 12 jours après l'anthèse (en moyenne 9.3 jours)
- La réceptivité du stigmate a été estimée d'après la taille du style
- Abondance et efficacité des pollinisateurs : plantes sous cages et introduction d'une espèce de pollinisateurs, identification du pollen sur le corps des pollinisateurs,...

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 – P.B. Cseke, P.B. Kaufman, A. Kirakosyan - The biology of essential oils in the pollination of flowers
Natural Product. Communications

MOTS CLEFS

Attractivité

RESUME

L'attractivité des fleurs peut provenir de différentes sources :

- Pétales colorées (pigments flavonoïdes et anthocyanes)
- Heure d'ouverture (spécifique aux périodes de vols de certains pollinisateurs)
- Odeurs caractéristiques (protéines pour les diptères)
- Pheromones
- Pseudocopulation (fleurs minant l'appareil féminin)
- Odeurs attractives (la majorité)

Pétales : principaux émetteurs de composés odorants cependant d'autres organes peuvent émettre des composés odorants pétales, étamines, pistil, pollen et nectar. Certaines plantes présentent des osmophores.

Les osmophores peuvent s'étudiés via microscopie à transmission électronique.

L'émission de composant odorant est variable au cours de la journée (et nuit).

L'émission de composés odorants attractifs est souvent corrélée avec la période la plus forte activité des pollinisateurs de la plante. Ces sécrétions sont régulées par la lumière ou la position du soleil.

Après pollinisation, les odeurs émises par les fleurs sont moins forts afin de laisser les autres fleurs se faire polliniser. Ce phénomène est très présent chez les plantes avec un faible taux de fréquentation.

La concentration en composé odorant varie en fonction du temps et de l'organe producteur mais également du stade de développement, le temps d'ouverture des fleurs, le moment de la journée, les conditions environnementales (forces du vent, température de l'air) et la génétique.

Transport de composés.

Les composés odorants sont produits dans l'épiderme.

1. Transport à travers les cellules de l'épiderme
2. Passage de la membrane plasmique vers les apoplastes de l'épiderme avant de traverser la paroi cellulaire
3. Pénétration dans la cuticule
4. Evaporation rapide à la surface de la cuticule et entrée dans l'atmosphère

La production de composés odorant est gourmande en énergie d'où mise en place de barrière pour ne pas perdre trop de composés.

En moyenne les fleurs produisent de quelques picogrammes à 30 µL par heure. Ces valeurs varient en fonction des pollinisateurs préférentiels des fleurs. Si ceux-ci sont des lépidoptères les quantités de composés produits vont être importantes.

Variables fortes de la qualité et la quantité de composé produits en fonction de l'espèce végétal.

Variations des pollinisateurs en fonction de la localisation.

Pollinisateurs cherche une ressources : nectar pollen pour conso ou pour attirer leurs congénères.

Pétales, résines peuvent servir à construire les nids.

Les pollinisateurs spécifiques distinguent les odeurs qui les intéressent parmi la masse d'info.

Coléoptères et coccinelle : mange pollen et tissus floraux et exsudat floraux.

Les diptères type mouche peuvent travailler et polliniser à de haute latitudes remplaçant les petites abeilles que l'on retrouve à des latitudes plus basses.

Les fleurs pollinisées par des diptères produisent des composées ressemblent à des êtres vivants en décompositions.

Les fleurs pollinisées par les thrips sont des fleurs jaunes de tailles moyennes et fournissent des abris à ces insectes.

Les hyménoptères sont les insectes pollinisateurs les plus fréquents et peuvent polliniser des fleurs de formes très différentes et semblent détecter un large spectre d'odeurs.

Les lépidoptères se nourrissent beaucoup de nectar et sont de bons pollinisateurs.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Pollinator syndrome ? à définir

Références biblio très intéressantes

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 – FNAMS - Etudes des conditions nécessaires à une meilleure utilisation du bourdon terrestre et de la production des semences de choux fleurs sous abri

MOTS CLEFS

Bourdon

RESUME

Butinage privilégié sur la lignée mâle.

Attractivité liée à la production de pollens différents entre les lignées parentales mâles (nombres d'anthères par fleur ; quantité de pollen par anthère).

La quantité de pollen disponible est variable entre dates ; 1ères fleurs épanouies produisent que les dernières.

Fortes variabilités entre années (notamment à cause des conditions climatiques à la méiose).

Variables explicatives : quantité disponible, forme de la fleur.

Motivation de visite de la fleur : présence de nourriture d'où fleur sans nectar non visitée.

Nombre de passage entre lignées dépend de : quantité de nectar de la lignée femelle, masse florale.

Taux de réussite liée à : taux de fleurs stériles, nombre de passage M-F, nombre de fleurs F visitées après visité mâles.

La charge et la décharge pollinique : plus la femelle est productrice de nectar plus le contact insectes-fleur est forte.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS :

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2010 – M.M. Davidson - Apis mellifera and Megachile rotundata: a comparison of behaviour and seed yield in a hybrid carrot seed crop
New Zealand Journal of crop and horticultural sciences vol 38, 2, 113-117

MOTS CLEFS

Mégachiles, abeille domestique

RESUME

Comparaison de Mégachile rotundata avec l'abeille domestique Apis mellifera.

Le comportement, la nouaison et le rendement sont mesurés.

Les rendements sont semblables entre abeilles et Mégachile ainsi que le taux de visite. Cependant l'étude n'a pas été menée avec des champs de cultures attractives pour mégachile aux alentours.

Les abeilles préfèrent certaines lignées de carotte à d'autres génétiques

Les Mégachiles préfèrent certaines espèces à la carotte comme les Fabacées

Les ruches sont touchées par des problèmes de mites.

Méthodes

Noter les cultures environnantes.

3 traitements cages sans Mégachile, cages avec (2500 mégachiles ajoutés), cage en pollinisation normale.

Etude du comportement des abeilles : notation du mouvement des insectes entre les ombellules et entre les ombelles durant 2 minutes pour 12 à 14 individus de chaque espèce. Notation également du nombre d'ombellules visitées sur chaque ombelle et le temps sur chaque ombelle et une estimation du temps sur chaque ombellule.

Evaluation de rendement et nouaison : prélèvement de 5 ombelles de la cage avec Mégachiles et 5 ombelles dans la cage open pollinated. Mise en place d'un filet autour des ombelles après la période d'étude pour éviter la pollinisation par d'autres insectes. 2 semaines après que les Mégachiles ait été retirées le diamètre, le poids et le nombre de graines par ombelle a été noté

Résultats

M. rotundata et l'abeille domestique passent le même temps sur les ombellules et sur les ombelles et visite un nombre similaire d'ombellule par ombelle.

Pas différence de poids de graine entre la présence de Mégachile et celle d'abeille ni de taille d'ombelle.

Cependant l'étude devra être faite de nouveau dans des conditions où les Mégachiles peuvent être attiré par les cultures environnantes.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS :

Dans nos études, il serait intéressant de noter les cultures environnantes

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 – A. Gaffney, G.R. Allen, P.H. Brown - Insect visitation to flowering hybrid carrot seed crops
New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science

MOTS CLEFS

Pollinisateurs sauvages, produits phytosanitaires, variation interannuelle

RESUME

Cette étude menée en Tasmanie vise à identifier les pollinisateurs et la pollinisation en générale de la carotte. Plusieurs techniques ont été utilisées : des pièges collants, des pièges à eau et l'observation directe en champs de 9h à 15h des insectes. Les insectes pollinisateurs ont été identifiés, classés et dénombrés. Le nectar scarab (*phyllostoc* spp) est l'insecte le plus rencontré dans les parcelles. L'abeille domestique, les mouches et les coccinelles assurent principalement la pollinisation des fleurs de carotte.

L'étude bibliographique menée au préalable montre que de nombreux insectes sont capables de polliniser la fleur de carotte. Les abeilles et les syrphes sont les espèces les plus souvent citées dans la bibliographie comme étant présentes et ayant un rôle de pollinisateur. Dans les études, il apparait que les populations d'insectes dans les cultures de carotte porte-graine sont très variables en fonction de l'année, de la zone géographique, des conditions climatiques.

Cette étude est la première menée sur carotte hybrides et dans un environnement non encagées. Elle est menée sur deux ans et cherche à montrer les variations (espèce et quantité) d'insectes en fonction des années, de la localisation et des pratiques agricoles.

L'observation directe est faite sur différents jours toujours entre 9 h et 15 h. Chaque observateur regarde deux ombelles simultanément pendant 5 minutes et note les insectes présents au début des 5 minutes et tous ceux qui vont se poser sur les ombelles pendant ces 5 minutes (si le même insecte se pose 2 fois sur l'ombelle en cinq minutes, il est compté 2 fois). Les observations ont lieu les jours chauds (Température entre 15 et 20 °C), ensoleillés, sans beaucoup de vent. Cette méthode a permis d'identifier 14 familles (identification dans les grandes lignes, une identification détaillée de chaque espèce aurait été très compliquée vu que la distance moyenne entre l'œil et l'insecte était de 1 à 1.5 m).

Les pièges (pièges à eau et pièges collants) ont été posés ensemble à une hauteur de 1.5m durant la période de floraison. Cinq pièges ont été posés sur chacun des trois différents sites étudiés. Les pièges étaient récoltés deux fois par semaine. L'observation directe permet de mieux apprécier quelques sont les insectes qui vont avoir un rôle de pollinisateurs, cependant les pièges permettent de connaître tous les insectes en présence (notamment les plus petits et ceux qui se déplacent dans la parcelle en dehors des heures d'observation). Les piégeages permettent également une baisse des coûts et une identification plus précise des espèces. A la suite du piégeage, les insectes ont été divisés en deux groupes, les petits insectes (<5mm) et les plus gros.

Résultats : capture et observation de 41 946 insectes dont 82% par les pièges collants, 11,7% par observations et 6.3% par les pièges à eau. 78 % des insectes collectés étaient de petites tailles. Il a été remarqué que chacune des méthodes utilisés induisait biais, par exemple certains insectes sont observés et jamais capturés c'est le cas de l'abeille. D'autres espèces

principalement les petits insectes sont piégés et très peu observés en direct. Les traitements phytosanitaires pratiqués dans le voisinage modifient les populations d'insectes. Les insectes très communs sur un site ne le sont pas nécessairement sur tous les autres sites. Cependant les abeilles, les syrphes, les abeilles halictidae, les mouches et les guêpes étaient présentes sur tous les sites, les « nectar scarabs » également.

Dans les pièges à eau, 50% des insectes étaient de petits insectes, la majorité des Hémiptères collectés étaient des suceurs de sèves qui peuvent provoquer des pertes au niveau du rendement en sève et de la qualité. Ces insectes petits et donc qui pour certains ne sortent qu'au crépuscule n'ont pas pu être observés en direct.

Dans les pièges collants, de nombreuses petites guêpes, coccinelles, très petites mouches, thrips et psylles ont été capturés, un tiers des captures était des diptères et un autre tiers étaient des thrips.

Discussion : En accord avec les publications, les principales espèces trouvées dans les champs étaient des abeilles (*Apis* spp) et des mouches (Diptères), par contre les syrphes souvent citées dans les publications étaient très peu nombreuses. L'abeille domestique est le plus important et les autres abeilles (*Halictus*, *A.florea*...) jouant un rôle mineur. De nombreux petits insectes ont été capturés mais leur efficacité reste selon les publications faibles et variables. Plus d'insectes ont été capturés sur les lignées CMS que les OP ce qui est en contradiction avec toutes les autres publications. Les produits phytosanitaires ont un grand impact sur les insectes sauvages à l'exception de l'abeille et de la tenthrède. L'absence de ruche engendre des niveaux de visites par abeilles différents, il y a donc d'autres facteurs qui contribuent aux visites. Un grand nombre de coléoptère se nourrissant de pollen et de nectar (nectar scarabs *P. macleayi*, *P. rufipennis* et *C. lugubris*) ont été observés. Cependant, ces populations varient beaucoup en fonction des sites, des années et au sein d'une année. Les variations au sein des populations d'insectes indiquent que la période de l'année, les conditions climatiques et d'autres facteurs comme la végétation environnante peuvent être capitale pour la survie des insectes et le développement des populations. Cependant, il est évident qu'une combinaison de différents insectes augmente la production grainière.

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 - ADAPIC / FNAMS - Cahier des charges de pollinisation des cultures porte-graine : Région Centre

MOTS CLEFS

Abeilles, Réglementation, Apiculteurs

RESUME

Installation des ruches : l'idéal est que les colonies puissent profiter du soleil levant et être à l'ombre lors de fortes températures. Cela permet de limiter l'activité de ventilation (qui permet de réguler la température dans la ruche) et donne l'opportunité à plus d'abeille de polliniser la parcelle. Lors du choix de l'emplacement et de la disposition des ruches, il est également important d'essayer de minimiser le phénomène de dérive : lorsque les abeilles manquent de points de repère, elles risquent de se tromper de ruches et de rentrer dans la ruche la plus proche (déséquilibrant ainsi les populations d'abeilles des ruches concernées), la présence d'arbres ou d'arbustes à proximité des ruches permet de créer des points de repère pour les abeilles, qui les guident lors de leur retour à la ruche.

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – M. Henry, M. Béguin, F. Requier, O. Rollin, J.-F. Odoux, P. Aupinel, J. Aptel, S. Tchamitchian, A. Decourtye - A common pesticide decreases foraging success and Survival in honey bee
Science, 336, p348-350

MOTS CLEFS

Abeilles, produits phytosanitaire

RESUME

Cette étude montre l'impact des insecticides néonicotinoïdes (utilisés contre les pucerons et insectes piqueurs suceurs et agissant sur un neurotransmetteur) sur le comportement des abeilles. Cet article indique qu'à des doses non létales de telles substances provoquent des phénomènes de désorientation chez les abeilles qui sont incapables de retrouver leurs ruches. Ces produits auraient une influence sur la mémoire, les capacités d'apprentissage, les compétences de navigations et d'exploration des parcelles. Les insecticides néonicotinoïdes sont systémiques on les retrouve notamment dans le nectar et le pollen. La molécule active étudiée est celle du Cruiser le thiamethoxam

Méthodologie : Etude de trois groupes d'abeilles : un témoin non traité, un groupe traité (1.34nm de thiamethoxam dans 20µl de solution sucrée) habitué à la parcelle avant le traitement et un groupe traité (idem 2ème groupe) non habitué à la parcelle. La dérive est évaluée par le nombre d'abeille ne revenant jamais à la ruche (en soustrayant la mortalité normale des abeilles par mort naturelle ou prédation). Les mouches sont pucées, un lecteur de radiofréquence placé à l'entrée de la ruche note les entrées et les sorties.

Résultats : les abeilles traitées sont beaucoup plus sensibles à la dérive, ce phénomène est accentué chez les abeilles non habituées à la parcelle (perte de l'ordre de 10 à 30 % de la ruche)

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Explication méthodologique à la fin très intéressante

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2013 – AFPP - Les abeilles butinent

MOTS CLEFS

Abeilles, Intoxication

RESUME

Cette brochure vise à expliquer les différents rôles des abeilles, les risques d'intoxication et les divers rôles (pollinisation ou autres...). Pour vivre, l'abeille a besoin de pollen, nectar et d'eau. Les différents modes d'intoxication de l'abeille par les produits phytosanitaires sont : par contact : (quand le traitement intervient en période de butinage ou quand l'abeille se pose sur une fleur ou sur une végétation traitée avec un produit persistant)

par ingestion : quand elle prélève du nectar ou du pollen sur des fleurs contaminées soit : par pulvérisation, par l'utilisation d'un produit persistant ou systémique avant floraison, par des poussières d'enrobage insecticides émises lors de semis

Les intoxications peuvent également avoir lieu quand les abeilles viennent récolter de l'eau contaminée dans les flaques constituées dans les traces de roues de pulvérisateur ou à l'aisselle des feuilles de plantes irriguées après un traitement

Les signes d'intoxications sont moins d'abeilles auprès de la ruche ou cas de dépopulations importantes survenant de manière différée ou sans présence d'abeilles mortes devant les ruches.

CITATIONS /DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Pollinisation

REFERENCE DE L'ARTICLE

2013 – J.M. Tylianakis - The global plight of pollinator
Sciences express 28 february 2013

MOTS CLEFS

Pollinisateurs sauvages, généralités

RESUME

Les trois quarts des espèces végétales cultivées dépendent pour tout ou partie de la pollinisation animale principalement liée aux insectes.

Burkle et al ont remarqué une baisse de la population d'insectes dans l'Illinois (USA) entre 1800, 1970 et 2011. En 2011 ils ont trouvé qu'il manquait 50% des espèces d'abeilles précédemment relevé et que moins ¼ des pollinisateurs observés en 1800 et 1970 étaient encore présents. Ils ont remarqué également une baisse de la quantité et de la qualité des pollinisateurs. Par exemple, il a été observé sur « *Claytonia virginica* » a peine ¼ des pollinisateurs qu'elle recevait en 1970. De plus, les pollinisateurs qui existent encore sont moins fidèles.

Les pollinisateurs apparaissent également comme plus fragiles.

Résultats de BURKLE sur les réseaux très intéressants (cf. Citation + Publi Burkle)

Si la baisse des pollinisateurs sauvages étaient compensés par une efficacité forte des abeilles domestiques en termes de pollinisation à pas de problème, cependant Garibaldi vient de montrer sur une étude menée sur tous les continents sauf Antarctique que les abeilles n'étaient pas toujours les pollinisateurs les plus efficaces. Même si elles déposent beaucoup de pollen, elles le peuvent le faire de façon inefficace. Le pourcentage de fleurs pollinisées uniquement par l'abeille et ayant produit des fruits est faible. Une augmentation de la fréquentation par les abeilles domestiques des fleurs n'augmentent que de 14 % le taux de nouaison. Par contre l'augmentation des visites d'insectes sauvages permet d'obtenir deux fois plus de fruits qu'en présence d'abeilles uniquement. Cette observation a été faite sur de nombreux types de cultures. Les bénéfices de pollinisation par les insectes sauvages sont vérifiés en présence ou en absence d'abeilles domestiques. Il est donc important de conserver des insectes sauvages.

Garibaldi montre également que la nouaison des fruits est augmentée et devient moins variable en présence d'une grande diversité d'insectes sauvages et cela indépendamment des visites par les abeilles. La biodiversité est donc capitale pour la production fruitière.

CITATIONS / DEFINITION

"Using a network approach to study plant-pollinator interactions (see the figure), the authors found changes that suggest that overall pollination will be less resistant to extinction in the future. Present-day interactions not recorded in the historical samples tended to involve species with historically narrow diets. This contrasts with the concept of preferential attachment in networks, whereby highly connected species should be more likely to acquire new interactions with others. The opposite finding by Burkle et al. (6) may be explained by changes to pollinator and plant phenology (8) and suggests that even seemingly specialist species may have an important role in filling the pollination gap after extinctions. Burkle et al. also found that species loss was nonrandom, such that specialists, parasites, cavity-nesters, and species that participated in weak historic interactions were most likely to go extinct. This result, along with recently discovered nonrandomness in the loss of pollinator

interactions in fragmented habitats (9), foreshadows a systematic alteration of global pollination networks under a suite of environmental changes.”

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

POLLINISATION : Synthèse bibliographique

- **Abeilles**

Chez les abeilles domestiques, les butineuses peuvent être séparées en trois catégories : les butineuses de nectar, les butineuses de pollen et celles qui butinent les deux ressources. Les butineuses de pollen sont inutiles pour la pollinisation car elles agglutinent le pollen en pelote sur leurs pattes et le dénaturent avec des sécrétions. Ce sont **les butineuses de nectar qui réalisent le transfert de pollen d'une plante à l'autre** : en recherchant le nectar elles se frottent aux étamines et se chargent du pollen qu'elles déposent sur les fleurs visitées ensuite (Rodet, 1988).

Pour être en bonne santé et préserver la colonie d'attaques de ravageurs (varroa, loque...), les abeilles ont besoin de ressources diversifiées. Les abeilles recherchent surtout des pollens riches en protéine et en matière grasse (BASF, 2007). **Le pollen des Apiacées est pauvre** en ces éléments. Les abeilles diversifient leurs ressources : à l'apparition d'une nouvelle ressource, certaines abeilles continuent à butiner l'ancienne ressource pour sécuriser l'approvisionnement de la ruche.

Depuis plusieurs années, une surmortalité des abeilles touche le monde entier. Ce phénomène aurait des causes variées, liées tant aux pratiques agricoles (toxicité des produits phytosanitaires, manque de diversité des ressources de pollen et de nectar), qu'aux pratiques apicoles (gestion sanitaire et nourrissage) (Haubruge, 2006).

Le Colony Collapse Disorder, décrit essentiellement aux Etats-Unis, est un type de surmortalité des colonies et reste pour le moment inexplicable (Cox-Foster, 2007). Enfin les problèmes de maladies et pathogènes des abeilles inquiètent les spécialistes, en particulier le Nosema et la loque américaine qui sont de plus en plus présents dans les ruchers.

Des études mettent en évidence une diminution de plus de 50 % des insectes pollinisateurs sauvages et domestiques en 120 ans, entraînant une baisse de la pollinisation. Dans l'Illinois, plus de 75 % des relations pollinisateurs et plantes ont changé soit à cause de la disparition de l'insecte ou du végétal soit à cause de la désynchronisation des cycles du pollinisateur ou du végétal (Burkle, 2013).

- **Pollinisation de la carotte**

L'ombelle de carotte présente l'avantage d'être un large plateau pouvant servir de lieu d'atterrissage ou de reproduction pour les insectes. La couleur blanche n'est par contre pas très attractive (Le Conte, 2003).

Les publications divergent sur le rôle des pollinisateurs sauvages et domestiques en pollinisation de carotte. Certains auteurs considèrent que la majorité de la pollinisation est faite par l'abeille domestique, au contraire, d'autres considèrent les pollinisateurs sauvages comme uniques vecteurs du pollen.

En carotte, une densité de 10 abeilles/m² en pleine floraison apparaît comme l'optimum de densité d'abeille en plein champ pour une bonne pollinisation (Hawthorn, 1956).

Les pollinisateurs sauvages répertoriés sur carotte appartiennent à différentes familles : les **hyménoptères sauvages** ou abeilles solitaires peuvent réaliser une grande part de la pollinisation. Le rôle de certains andrènes et halictes est notable dans de nombreuses expérimentations (Ricciardelli d'albore, 1986). Les abeilles solitaires possèdent également la caractéristique de ne pas marquer les fleurs qu'elles visitent. Ainsi une même fleur peut être

visitée plusieurs fois. La principale faiblesse de ce type de pollinisateurs est sa forte spécificité. A la différence de leurs congénères domestiques, les abeilles sauvages ne butinent qu'un nombre limité d'espèces florales ce qui les rend plus vulnérables. De plus, les environnements favorables pour leurs niches sont de plus en plus réduits par les pratiques agricoles (vieilles pierres, haies, sol).

La **famille des Diptères** est aussi très représentée dans les parcelles de carotte. La majorité des publications traitant de la pollinisation de la carotte montre que la moitié des insectes présents dans les parcelles appartiennent à cette famille. **Les syrphes occupent notamment une place prépondérante.** Cette espèce a une efficacité pollinisatrice individuelle faible car son corps n'est pas velu : les grains de pollen s'y accrochent peu. Leur forte efficacité pollinisatrice vient essentiellement du fait qu'elles sont nombreuses et qu'elles ne choisissent pas les lignées butinées (Lamborn, 2000 ; Bohart 1960).

Les Lépidoptères, Hémiptères et Coléoptères ont un rôle faible, voire négatif sur la pollinisation de la carotte : ils sont peu nombreux, peu velus et leur appareil buccal a tendance à détruire les fleurs au moment des prélèvements de ressources (pollen et nectar) (Pesson, 1995).

Les attractifs sont inefficaces pour améliorer la pollinisation (Vaissière, 1996).

- **Méthodes d'étude de la pollinisation :**

- Les trappes à pollen et la composition du miel donnent des informations sur les espèces butinées par les abeilles (BASF, 2007 ; Lecomte, 1962),
- L'étude de la pollinisation sous cage permet d'identifier un déficit de pollinisation dans les parcelles,
- L'observation du comportement des abeilles notamment du comportement de butinage (nombre de fleurs visitées, alternance de visites entre les lignées femelles et mâles) permet de mieux voir les différences d'attractivités entre lignées. Différences techniques pour accompagner l'observation existent : le suivi via caméra, le marquage des abeilles (FNAMS, 2007)...
- Les relevés de pollinisateurs sauvages dans les parcelles mettent en évidence leurs rôles dans la pollinisation (Tepedino, 1983 ; Lamborn 2000).

Des projets se déroulent actuellement dans différentes zones du monde pour montrer l'impact de l'environnement sur le butinage des abeilles : en France on peut citer par exemple : le projet Polinov, le plan de développement durable de l'Apiculture, le RMT biodiversité fonctionnelle, le projet Beewapi, le projet Polapis, et au niveau européen le projet AJARM/STEP.

- **Conclusion**

La pollinisation de la carotte en plein champ est majoritairement due aux abeilles domestiques, sauvages et aux diptères. Le phénomène de pollinisation n'est pas connu dans le détail. Les méthodes d'études se limitent principalement à des relevés de pollinisateurs et l'utilisation de trappe à pollen. Les études divergent sur le rôle de chacun de ses insectes. Les variations de population d'insectes inter et intra annuelles sont fortes. La faune pollinisatrice est différente en fonction de la zone géographique de l'étude.

Les causes de surmortalité d'abeilles domestiques sont sujettes à de nombreuses études ces dernières années. De nombreuses études se penchent notamment sur le rôle des produits phytosanitaires, des pathogènes ou de l'environnement sur ces baisses de populations.

RAVAGEURS

PUNAISES

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1949 - F. Flemion - Lygus Bugs in Relation to the Occurrence of Embryoless Seeds in the Umbelliferae
Science, April 8, 1949, Vol 109, 364-365

MOTS CLEFS

Embryon, graines, germination, Lygus

RESUME

Il est parfois observé sur les cultures d'ombellifère porte-graine que 50% des graines ne germent pas malgré des bonnes conditions de culture. Le faible taux de germination est de notoriété publique, le gouvernement estime le taux moyen à 55% pour les carottes.

Pour déterminer les causes de cette absence d'embryon plusieurs choses sont suspectées, le sol, les conditions climatiques, la pollinisation et la génétique. Le Lygus est également suspecté d'être à l'origine de cette diminution de germination. Des cages ont été mises en place : certaines avec ce ravageur et d'autres sans insectes. L'influence des Lygus est ainsi avérée mais il peut aussi y avoir l'influence d'autres insectes. Les résultats montrent que les attaques de Lygus provoquent l'apparition de graines sans embryon.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1956 - Y.O. Kho, J.P. Braak - Reduction in the yield and viability of carrot seed in relation to the occurrence of the plant bug *lygus campestris* L.
Euphytica 5 (1956): 146-156

MOTS CLEFS

Lygus campestris L., Netherlands

RESUME

Dans les années 50 aux Pays-Bas, les problèmes de germination sont un des points faibles de la production de semences de carottes auquel s'ajoute une baisse du rendement grainier. Les symptômes au champ responsables de ces faibles rendements sont les ombelles sans graines.

Les premières analyses ont montré que ce symptôme n'était pas d'origine sanitaire. De même, qu'aucune corrélation n'a été mise en évidence avec le type de sol et les pratiques culturales. Des études préliminaires ont montré que la fécondation était normale de même que l'endosperme et l'embryon en début de développement. Mais en cours de développement, la croissance du fruit est perturbée par la désintégration du contenu de l'ovule. Des punaises de l'espèce sont souvent observées dans les plantes de carottes.

Pour tester l'effet de la punaise *Lygus campestris* L. sur le rendement et la germination, une expérimentation dans des serres insect-proof a été mise en place. Les 3 traitements testés sont :

1. apport de *lygus* pendant l'anthèse (entre 1 semaine avant et 12 jours après la floraison des premières fleurs de l'ombelle I ; 2. Apport de *lygus* après la fécondation (environ 3 semaines après le début de l'anthèse de l'ombelle I) et 3. pas d'apport de *lygus*.

Les résultats montrent que les punaises diminuent le rendement en provoquant l'avortement de l'endosperme et de l'embryon. Elles ont également un impact négatif sur la germination en favorisant le nombre de semences sans embryon. Les effets sont les plus marqués quand l'apport de *lygus* se fait avant/pendant l'anthèse par comparaison à un apport après l'anthèse. A noter que l'observation fine de lame de coupe de carotte colorée à la safranine révèle que la désintégration des tissus de l'ovule s'accompagne souvent de perforations du péricarpe.

CITATIONS / DEFINITION

Description des symptômes observés

"This reduced yield resulted from a disorder, referred to in this paper as the "seedless umbels" disorder, which can be described as follows. The affected umbels are conspicuous, particularly in the seed-ripening period. [...]The seedless umbels, however, have a dark brown colour, the peduncles of the umbellets are standing close together with their tops turned inwards over the centre of the umbel".

Etudes similaires sur d'autres *lygus* et ombellifères

"WAGN (11) found that the seed of caged carrot umbels showed a reduction in germination percentage due to embryolessness when the cages contained bugs of the species *Lygus campestris* L., *L. kalmi* L., *L. pubescens* REUT. or *L. pratensis* L. In caged plants of Umbelliferous crops, including carrot, FLEMION and OLSON (5) noticed a reduction both in germination percentage and in seed yield when bugs of the species *Lygus oblineatus* SAY were present. Finally FLEMION and MAC NEAR (6) found that in dill (*Anethum graveolens* L.)

and fennel (*Foeniculum dulce* MILL.) *Lygus oblineatus* caused a reduction both in germination percentage and in seed production, and that both forms of injury became more serious when bugs were added at an earlier developmental stage of the umbels”.

COMMENTAIRES PERSONNELS

- Type d'expé à adapter à notre étude (car insect-proof / coloration des graines à la safranine)
- Période sensible des plantes juste : avant la floraison
- D'autres études ont montré que d'autres espèces de *Lygus* avait également un effet négatif sur le rendement et/ou la germination (voir la citation plus haut) -- > l'identification jusqu'au genre parait suffisant, pas besoin d'aller jusqu'à l'espèce (en plus très difficile)

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1957 - E.C. Carlson - Lygus Bug Injury to Carrot Seed
California Agriculture, August 1957, 5-6

MOTS CLEFS

Application phytosanitaire, Contrôle, Lygus

RESUME

Le lygus peut causer 50% voir plus de perte a la récolte des graines de carotte. La Sacramento valley observe la relation entre le lygus et la carotte porte-graine. Le lygus hesperus knight est le principal ravageur de la carotte.

Cette étude a été menée pour déterminer l'effet réel du lygus et le nombre d'applications phytosanitaire pour pouvoir le contrôler. La constatation qui a été faite est qu'il y a deux générations par an. Les lygus mis sous cage ont permis d'observer leur influence sur l'absence d'embryon dans la graine. La diminution du taux de germination est aussi due au fait de la présence importante du ravageur. D'autres essais ont été mis en place pour tester le nombre d'applications nécessaire avec des doses différentes. Un bon contrôle des lygus est nécessaire pour obtenir une bonne qualité de semences.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1958 - H.M. Van Turnhout, P.A. Van Der Laan - Control of Lygus Campestris on carrot seed crops in North Holland
T.Pl.zieken 64 (1958): 301-306

MOTS CLEFS

Lygus, dégâts, tests, observations

RESUME

La carotte porte-graine souffre d'une diminution de rendement importante, la croyance voulait que cette diminution soit due au phomopsis mais le vrai responsable était le lygus. Suite à des observations au microscope il a été détecté que le lygus possédait un stylet et qu'il le plongeait régulièrement dans les tissus des plantes. Les effets sont une diminution du rendement, l'avortement de l'embryon et par conséquent une réduction du pourcentage de germination. Lors d'études sous cage il a été montré qu'un adulte par ombelle peut provoquer jusqu'à 60% de pertes de graines. Par la suite des essais phytosanitaire ont été effectués, il a été montré qu'une faible germination peut-être aussi causé par le fongicide.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1959 - E.C. Carlson - Evaluation of insecticides for lygus bugs control and their effect on predators and pollinators

Journal of Economic Entomology, Volume 52, Number 3, June 1959, p 461-466

MOTS CLEFS

Luzerne, produits phytosanitaire, Lygus

RESUME

Le lygus est résistant au DDT sur la culture de luzerne. Il a aussi été présenté résistant sur les cultures de betterave à sucre. La résistance du lygus face au DDT est sûrement due aux applications trop importantes faites sur les cultures de coton.

Des rapports ont été publiés sur l'utilisation des produits phytosanitaire contre le lygus et de l'influence qu'ils peuvent avoir sur les prédateurs du lygus et les insectes pollinisateurs. Plusieurs produits sont testés, les résultats montrent plus de 80% de mortalité sur le lygus après 72h sur une application au malathion. Lors de la production de graine de carotte chaque insecte compte.

La corrélation entre le lygus, les acariens et les insectes pollinisateurs est un complexe qui nécessite la réalisation d'une étude. L'ensemble des matières actives testées ne montrent aucune différence significative mais il est démontré qu'avec n'importe quel produit utilisé le taux de germination est plus important. Les produits phytosanitaires détruisent aussi bien les prédateurs que les pollinisateurs.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

DDT est non autorisé et le malathion est utiliser pour la désinfection des lieux de stockage.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1961 - E.C. Carlson, J. Campbell - Investigations of Lygus Bugs Damage to table beet seed plants
California Agriculture, June 1961, 12-14

MOTS CLEFS

Dégâts, Betterave porte-graine, Lygus

RESUME

Les dégâts de lygus sur semences de betterave porte-graine sont importants. Des essais ont été mené pour étudié l'activité de ce ravageur sur betterave. Le fait d'augmenter le nombre de lygus enfermés dans une cage fait diminuer le poids de graine et réduit significativement sa viabilité. Ainsi le taux de germination est d'environ 60% au lieu des 85% attendu.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1969 - V.M. Stern, A. Mueller, V. Sevacherian, M. Way - Lygus Bug control in cotton through Alfalfa interplanting
California Agriculture, February 1969, P8-10

MOTS CLEFS

Lygus, coton, lutte, application phytosanitaire

RESUME

A chaque saison de production de coton, les applications pour lutter contre le lygus provoquent aussi la mort des ennemis naturels des autres ravageurs (le ver de la capsule, le légionnaire de la betterave, l'arpenteuse des choux, le tétranyque) et provoquent ainsi des problèmes plus graves. Pour lutter contre ce ravageur une nouvelle technique de mise en place de bandes de luzerne autour et à l'intérieur des champs de coton est testée. Il faut conserver la culture de luzerne fraîche pour attirer le plus possible de lygus. Cette culture n'est pas seulement un piège à lygus, elle constitue aussi un abri pour les ennemis naturel des autres ravageurs

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1970 – D.R. Scott - Feeding of Lygus bugs (Hemiptera: Miridae) on Developing Carrot and Bean seed: Increased growth and yields of plants grown from that seed
Annals of the Entomological Society of America, Volume 63, Number 6, 16 November 1970, p1604-1608

MOTS CLEFS

Lygus, Carotte, haricot, développement plante

RESUME

Selon cet article le lygus qui se nourrit des graines de carotte provoquerait une augmentation de croissance à partir de ces graines. L'hypothèse qui a été avancée est que le lygus développerait les parties végétatives de la carotte. Mis à part la destruction des graines et des fleurs, le lygus améliorerait la partie végétative de la plante. Des observations ont été menées avec des lygus adultes. Le caractère mesuré est la longueur des pousses. Chaque modalité est récoltée et ressemée. Une carotte exposée au lygus durant son développement grandira plus et fera une plus grosse racine. Des effets similaires du lygus sur graines de haricots ont aussi été observés. Il a été rapidement détecté qu'il y avait des nécroses sur les graines. La grande différence en poids de graine sur la modalité est due au lygus mais ces graines apporteraient un meilleur rendement l'année suivante. Le lygus injecterait une auxine qui favoriserait le développement de la plante.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1973 - W.M. Tingey, T.F. Leich, A.H. Hyer - Lygus Bug Resistant Cotton
California agriculture, November 1973, P8-9

MOTS CLEFS

Lygus, coton, résistance, variété, luzerne

RESUME

Le lygus est un sérieux ravageur pour les cultures, surtout sur les cultures de coton, luzerne, haricot, fraises et betteraves à sucre. Le lygus cause des problèmes de pollinisation. C'est un ravageur qui devient facilement résistant aux insecticides. Plusieurs techniques de lutte existent : la mise en place de planches de luzerne à intervalles réguliers dans la culture, le choix de variétés résistantes. En 1970, des recherches ont été menées pour caractériser le lygus et ses résistances. Le choix de la variété se révèle extrêmement déterminant dans l'activité du lygus. La variété influe sur la viabilité des œufs.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1983 - D.R. Scott - *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera: Miridae) and *Daucus carota* L. (Umbelliflorae: Umbelliferae): An example of relationships between a polyphagous insect and one of its plant hosts

Environmental Entomology, Volume 12, Number 1, February 1983, p6-9

MOTS CLEFS

Lygus, carotte, symbiose

RESUME

Le lygus est très polyphage, il peut attaquer jusqu'à 25 familles de végétaux différents. Il hiverne sous forme adulte et quitte son hivernation lorsque les températures au printemps augmentent pour sa phase de reproduction. Le lygus attaque la carotte lorsqu'elle est en fleur. Les œufs sont insérés dans les pédicelles des ombellules. Le lygus fait des injections de salive, cela tue les cellules. Il est supposé que le complexe insecte-plante a évolué dans le temps mais ensemble. Généralement les relations plantes hôtes sont bénéfiques. Le lygus reçoit nourriture et protection et la carotte obtient une meilleure vitalité par les résidus de salive de lygus. Les graines seraient soit plus grosses par le fonctionnement de la photosynthèse et d'autres qui seraient nourries mais non détruites.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Le lygus selon cet article aurait un effet bénéfique sur la culture des carottes

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1992 - M. Butler, G.C. Fisher, M.S. Weber, B.R. Martens - Post irrigation lygus control in carrot seed

Disponible sur < <http://oregonstate.edu/dept/coarc/carrot-research-reports-2> >

MOTS CLEFS

Lutte phytosanitaire, Lygus

RESUME

Le contrôle des Lygus concerne tous les producteurs de carotte porte graine. C'est une culture à forte valeur ajoutée et le Lygus est son principal insecte ravageur. Cette étude compare l'efficacité de l'Orthene face à d'autres produits. Les produits sont appliqués et évalués sur plusieurs parcelles. A l'heure actuelle, l'Orthene reste le meilleur produit pour lutter contre le Lygus.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Matière active Acéphate (Orthene) est interdite en France depuis 2004.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1997 - M. Butler, B. Martens, L. Gilmore - Evaluation of temik for lygus control on seed carrots

Disponible sur < <http://oregonstate.edu/dept/coarc/carrot-research-reports-2> >

MOTS CLEFS

Lutte, Lygus

RESUME

Afin de produire des graines de qualité, des colonies d'abeilles sont mises en place au sein des parcelles. Une fois la pollinisation effectuée, il est important de protéger les graines. Le Lygus est considéré comme le plus important des ravageurs de la carotte porte graine. Il pique la graine et bloque son développement nuisant ainsi à la qualité et la viabilité des semences. Certains produits influencent aussi les abeilles.

Le Temik est évalué pour le contrôle des Lygus et l'effet qu'il possède sur les abeilles. Les résultats montrent que les applications de Temik ne semblent pas affecter les abeilles et ont peu d'effet sur le Lygus.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Temik (Aldicarbe) est retiré en France depuis 2002.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 - J. Diehl, P. Ellsworth, L. Moore - Lygus in cotton: identification, Biology and Management

Cooperative extension, The University of Arizona, college of agriculture, July 13, 1998

MOTS CLEFS

Insecticide, auxiliaire, Lygus

RESUME

Le premier insecte ravageur au sein de la production de coton en Arizona est le lygus. L'objectif est de limiter les insecticides et de créer un contrôle naturel des ravageurs.

Le lygus appartient à la famille des Miridés. Trois espèces de lygus sont prédatrices du coton en Arizona, elles ont une apparence similaire. Les œufs de lygus sont situés dans les tissus de la plante. Il faut environ trois semaines pour que le lygus se développe.

Les ennemis naturels du lygus sont : bigeyed bugs, Damesel bugs, collops beetles, chrysopes.

Le cycle du lygus se fait durant l'été. Une application insecticide permet de réduire la quantité de lygus. Ce traitement fonctionne encore mieux lorsque le lygus est au stade nymphe. Beaucoup d'insecticides détruisent les auxiliaires. Pour contrôler le lygus ; il faut déterminer une surface identique à intervalles réguliers et observer les dégâts, le lygus au stade nymphe provoque plus de dégâts que les adultes. La difficulté résulte dans le fait que lorsqu'on réalise un insecticide contre le lygus, on détruit les auxiliaires nécessaires au contrôle d'autres ravageurs.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 - P.C. Ellsworth - Lygus in cotton: implementing action thresholds
Cooperative Extension, the University of Arizona, college of agriculture, july 9, 2001

MOTS CLEFS

Insecticide, comptage, lygus, coton

RESUME

Le lygus a un impact économique non négligeable sur les cultures de coton. La problématique insecticide est non négligeable, seul le stade nymphe est sensible. Il est important de dénombrer les lygus avant de faire une application. Les facteurs à prendre en compte avant une application sont le choix de la variété, le dénombrement des nymphes et la rotation de matières actives.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1998 - P.C. Ellsworth, J. Diehl - Lygus in cotton: An Integrates Management Plan for Arizona Cooperative extension, The University of Arizona, college of Agriculture. July 13, 1998

MOTS CLEFS

Recherche, résistance, phytotoxicité, lygus, coton

RESUME

Les recherches continuent pour lutter contre le lygus. Les lygus deviennent résistants aux produits, il faut trouver de nouveaux moyens de lutte.

Un essai est réalisé avec 25 échantillons pour observer les dégâts sur chaque plante. La période de traitement est primordiale, choisir la période où il y a le plus de nymphes. Plusieurs éléments font qu'un insecticide sera inefficace, tout d'abord la qualité de l'application, la résistance du ravageur et la dose limite de phytotoxicité pour les plantes. Le mélange de plusieurs produits peut-être un bon compromis. Une autre technique consiste à limiter les applications pour laisser les ennemis naturels agir.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1999 – G. Fauvel - Diversity of Heteroptera in agroecosystems: role of sustainability and bioindication
Agriculture, Ecosystems and Environment 74 (1999) 275–303

MOTS CLEFS

Comportement, description, fruitiers, Lygus, Hétéroptères

RESUME

Beaucoup d'hétéroptères sont présent dans l'environnement. Ils sont soit ravageurs soit auxiliaires. Ce document traite de l'identification des hétéroptères. Il y est décrit l'ensemble des caractères spécifiques des adultes et de leur identification. Il y est décrit leur régime alimentaire, développement, reproduction, ainsi que lieu d'hibernation. Aussi leur distribution en fonction du climat, selon la strate arbustive. La présence des hétéroptères peut être bénéfique ou inversement. Mais ne change en rien qu'ils ont une grande importance dans la biocénose.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Cet article est très généraliste et traite principalement des hétéroptères en vergers.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2000 - P.C. Ellworth - Lygus control Decision Aids for Arizona cotton
Arizona Cotton Report, The university of Arizona college of Agriculture,
<http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1170/>

MOTS CLEFS

Résistance, application, Lygus, coton

RESUME

Le contrôle des lygus est coûteux, le coût des produits de contrôle est élevé, de nouveaux produits apparaissent ainsi que de nouveaux auxiliaires. Il y a aussi des nouvelles méthodes de mesure du nombre de ravageurs pour aider à réaliser l'application au bon moment. Il est conseillé de choisir un produit approprié, d'éviter les pyréthrinoides, et de gérer les applications pour éviter le développement de résistance chez le lygus. Les populations de lygus adultes sont moins sensibles aux produits que les nymphes. Sur la plante, le lygus impacte sur la hauteur et le rendement. Le nombre d'applications nécessaires au contrôle est de 7 insecticides. Il n'est pas utile de faire un insecticide lorsque il y trop peu de nymphes.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2001 - C.J. Spurr, N.J. Mendham, P.H. Brown - The effect of Rutherglen bug (Nysius Vinitor) on yield and quality of hybrid carrot seed
Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference. The Australian Society of Agronomy

MOTS CLEFS

Lygus, Nysius vinitor, essais, germination

RESUME

Les résultats des essais variétaux en production de carotte porte-graine en Nouvelle-Zélande, Tasmanie et Australie montrent qu'il y a une plus forte germination pour la Nouvelle-Zélande que pour l'Australie. Une expérimentation a été menée afin de tester l'hypothèse d'un insecte ravageur. Cette hypothèse a été émise suite à la mise en évidence aux États-Unis d'un lygus ravageur des embryons de carotte. Ce lygus n'est pas présent en Australie mais une autre punaise, le Nysius, avec une action similaire est suspectée. Trois modalités d'essais sont mises en place : une cage sans aucun insecte, une seconde cage avec 5 Nysius adulte et une modalité en condition de plein champs. Les observations effectuées portent sur le rendement et la faculté germinative des graines. Il a été démontré que le Nysius possède une réelle influence sur le taux de graines sans embryon. Le Nysius n'est pas présent en Nouvelle-Zélande, ce qui pourrait expliquer les meilleurs résultats de germination obtenus dans ce pays.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2001 – A.L. Varis, C. van Achterberg - *Peristenus varisae* spec. nov. (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing the European tarnished plant bug, *Lygus rugulipennis* Poppius (Heteroptera: Miridae)

Zool. Med. Leiden 75 (18), 24.xii.2001: 371-380

MOTS CLEFS

Peristenus, *lygus*, cycle de vie, parasitisme

RESUME

L'étude s'est déroulée entre 1978 et 1986 dans le sud de la Finlande. Elle a pour but de chercher le rôle que peut avoir le *Peristenus varisae* sur le *lygus rugulipennis*. Cela commence avec la récolte des nymphes et des adultes et la mise en conditions de température et d'hygrométries de printemps. Le cycle du *Lygus* est étudié pour observer s'il est possible de réaliser un parasitisme par le *Peristenus*. Il est observé un faible parasitisme par le *Peristenus*. Seules les nymphes de premières générations sont parasitées. Une description précise du prédateur est faite, et description de chaque partie du corps du *Lygus*.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Le *Peristenus* pourrait être une piste pour réguler le nombre de *lygus*.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2002 – S. Hannunen - Vegetation architecture and redistribution of insects moving on the plant surface
Ecological Modelling 155 (2002) 149/157

MOTS CLEFS

Déplacement, modèle, lygus, strate arbustive

RESUME

La faculté d'un insecte à se déplacer est très importante. Cela détermine sa distribution spatiale. Un modèle de prédiction avec l'architecture des arbres a été fait pour évaluer par échelle où se situent les populations d'insectes. Et particulièrement les lygus sont observés selon leur vie dans la strate arbustive en milieu artificiel.

Le modèle qui en découle fonctionne plutôt bien. Lors de connections entre deux strates cela augmente les possibilités de prospection pour les insectes. L'architecture des végétaux est déterminée selon le type de plantes et s'il y a des connections avec d'autres végétaux. Ce modèle est aussi influencé par la proportion en horizontal du végétal. Les caractéristiques des différentes plantes font la différence. L'architecture du végétal influence clairement le lygus. Lorsque les plantes ont une tête à la fin la densité de psylle est supérieure. Le modèle n'intègre pas l'évolution de la plante. Il ne fait pas de prévision exacte.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2003 - M. Butler, T. Hake, M. Talkington, R. Barber, C. Campbell - Lygus Control on Seed Carrots in Central Oregon

Disponible sur < <http://oregonstate.edu/dept/coarc/carrot-research-reports-2> >

MOTS CLEFS

Lutte, observation, Lygus

RESUME

Le test du Dibrom sur les carottes porte-graine est effectué pour le contrôle du Lygus. La carotte porte-graine représente un enjeu économique important pour l'agriculture en Oregon.

Le Lygus est considéré comme le plus important des ravageurs de la carotte porte-graine. Des produits existent mais le Lygus devient résistant. Pour cela il faut faire une rotation dans l'utilisation des produits. Les tests des différents produits n'apportent pas de différence significative mais la parcelle étudiée étant de faible surface, cela fausse sûrement le dénombrement des Lygus.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Dibrom (Naled) produit dont la matière active n'est pas autorisé en France

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2004 – J. Fitzgerald - Laboratory bioassays and field evaluation of insecticides for the control of *Anthonomus rubi*, *Lygus rugulipennis* and *Chaetosiphon fragaefolii*, and effects on beneficial species, in UK strawberry production
Crop Protection 23 (2004) 801–809

MOTS CLEFS

Fraise, *Anthonomus*, *chaetosiphon*, produits phytosanitaire, *lygus*

RESUME

Cette étude est menée pour identifier et vérifier l'efficacité des insecticides et d'agent biologique pour lutter contre le *lygus*, l'*anthonomus* et le *chaetosiphon*. Les tests sont d'abord réalisés en laboratoire puis par la suite en plein champ.

Pour l'*anthonomus* et le *lygus* 100% de mortalité avec le chlorpyrifos. Contre le *chaetosiphon*, le *beauvaria bassiana* est testé mais ne possède aucune efficacité. Ces produits élimine les nymphes mais ne touche pas forcément les adultes puisque ils sont très mobiles.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2005 - M. Boetel, P. Glogoza, J. Knott - Lygus bugs in Sugarbeets
NSDU Extension service, N.D Agricultural station, July 2005

MOTS CLEFS

Détection, dégâts, lutte, Lygus, betterave

RESUME

Il existe trois lygus différents qui sont ravageurs de la betterave à sucre. Cet insecte cause des pertes économiques considérables.

Le Lygus lineolaris (punaise terne) a de longues antennes et un corps coloré avec le bout des ailes beiges. Sa nymphe est vert pâle et très petite. Les nymphes sont souvent confondues avec des pucerons à la différence qu'elles sont plus mobiles. Les lygus hivernent sous leur forme adulte dans les débris de feuilles et de plantes. À la mi-avril, les femelles commencent à pondre, les œufs deviennent nymphes en 3 semaines. Il y a environ 3 générations par an.

Les dégâts provoqués par les lygus sont des nécroses, des dommages sur feuilles, des œufs dans les pétioles. Les symptômes sont un exsudat noir, le jaunissement ou brunissement des feuilles.

Le meilleur moyen pour lutter contre ces ravageurs est de détruire les lieux d'hivernage des lygus. Au niveau chimique utiliser des insecticides foliaires juste avant la récolte car il peut-y avoir des vols tard dans la saison. Enfin, un contrôle régulier de la parcelle pour estimer l'infestation est nécessaire.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2005 – T. Haye, A.B. Broadbent, J. Whistlecraft, U. Kuhlmann - Comparative analysis of the reproductive biology of two *Peristenus* species (Hymenoptera: Braconidae), biological control agents of *Lygus* plant bugs (Hemiptera: Miridae)
Biological Control 32 (2005) 442–449

MOTS CLEFS

Biologie, Comportement, laitue, *Lygus*, *Peristenus*

RESUME

De nombreux *Lygus* causent des dégâts en Amérique du Nord, il s'agit de trouver un parasitoïde pour le *Lygus*. Le *Peristenus* a été introduit pour parasiter le *Lygus*. Il a très bien fonctionné aux Etats-unis mais il s'est propagé au Canada, l'effet inverse a été obtenu.

Les comportements en laboratoire et le lieu d'origine ne sont pas forcément annonciateurs de propriété suffisante pour devenir un prédateur dans chaque région. Il faut tout connaître de cet agent de contrôle, son mode de reproduction, d'alimentation, etc.

Peristenus semble être le prédateur le plus prometteur pour parasiter le *Lygus* chaque critère est étudié, la maturité des œufs, les périodes de reproduction, la distraction de mâle vers la femelle, une corrélation entre la taille du corps et la longévité a été observée.

La quantité d'œufs pondus dépend de la température, l'hygrométrie et de la durée du jour. Mais attention le *Peristenus* est polyphage et par conséquent après avoir parasité le *Lygus*, il s'attaquera à d'autres insectes. *Peristenus digoneutis* reste le meilleur parasitoïde du *Lygus*.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2005 – T. Haye, H. Goulet, P.G. Mason, U. Kuhlmann - Does fundamental host range match ecological host range? A retrospective case study of a Lygus plant bug parasitoid
Biological Control 35 (2005) 55–67

MOTS CLEFS

Peristenus, comportement, parasitisme, lygus

RESUME

L'introduction d'insectes comme moyen de contrôle peut avoir des effets négatifs et prédaté des insectes non cible surtout lorsque ce sont des espèces indigènes. Cette étude est menée sur le Peristenus pour estimer la quantité présente sur le terrain et déterminer en laboratoire l'impact qu'il pourrait avoir. Un ramassage des adultes puis récupération des œufs et les nymphes sont élevées. Lors de la mise en place du parasite, il va d'abord vers le lygus puis vers les autres insectes. Il faut faire attention à la quantité de lygus disponibles pour ne pas détruire les autres insectes qui pourraient être utiles. Le peristenus est un hyper parasitoïdes, il pourrait y avoir un impact néfaste à son introduction pour lutter contre lygus.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2006 - R. Affeldt, G. Williams, B. Marten - Novaluron Evaluation for Lygus Bugs Control in Seed Carrots
<http://oregonstate.edu/dept/coarc/carrot-research-reports-2> >

MOTS CLEFS

Produits Phytosanitaire, contrôle, stade, Lygus

RESUME

Un essai a été conduit afin d'évaluer l'efficacité du Novaluron en comparaison à la bifenthrine pour lutter contre le lygus. Une évaluation de la quantité de lygus a été faite 15 jours après l'application. La présence de lygus lors de la floraison est avérée.

Les résultats montrent que la bifenthrine n'est pas sélective du lygus contrairement au Novaluron qui offre un contrôle plus spécifique de ce ravageur au stade primaire. La bifenthrine possède une meilleure efficacité que le Novaluron et surtout il ne provoque pas de diminution du taux de germination et possède une plus longue durée d'application en ce qui concerne le stade du lygus.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2006 - P.B. Goodell, B. Ribeiro - Measuring Localized movement of lygus Hesperus into San Joaquin Valley cotton fields
Beltwide conferences, San Antonio, Texas

MOTS CLEFS

Stade, comptage, insecticide, lygus, coton

RESUME

La relation entre le tarweed et le coton ainsi que les déplacements des lygus au tarweed vers le coton sont étudiés. La parcelle est entourée de routes et présente plusieurs cultures (coton, oignons, amande et pistache). La population de lygus est observée et comptée. Chaque insecte est classé selon son stade de développement. Le lygus est présent en grande quantité sur le tarweed et ne décroît que suite à une application insecticide. Des classes ont été définies pour caractériser les observations. Dès qu'il y a une intervention culturale, le lygus se déplace. Le lygus n'est pas spécifique à une culture.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 – Z. Jamal - Application de Beauveria bassiana contre la punaise terne Lygus lineolaris (Palisot de Beauvois) (hémiptères: miridés) dans les vignobles
Mémoire de Maitrise, UQAM

MOTS CLEFS

Lygus, Beauveria, viticulture

RESUME

Etude du champignon Beauveria Bassiana sur le lygus. En France, l'Ostrinil à base de Beauveria bassiana existe. Le lygus linéolaris attaque sur la vigne les fleurs. Les adultes captent les nutriments en injectant des enzymes destructrices. Le Beauveria est utilisable en plein champ son défaut est sa faible résistance sur feuillage. Reste le développement de la culture du champignon et l'application en plein champ qui sont difficiles.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 – M. Mirab-balou, M. Khanjani - Harmful hemiptera of Lygus genus (Miridae, Hemiptera) on alfalfa (*Medicago sativa* L.) In Hamedan province (western Iran)
Journal Of Plant Protection Research Vol. 48, No. 3

MOTS CLEFS

Lygus, caractères morphologiques, piégeage

RESUME

Piégeage (au filet fauchoir) de 4 espèces de Lygus (*rugulipennis*, *pratensis*, *gemellatus*, *punctatus*) sur Luzerne, en Iran (de mi-avril à début juillet). L'abondance max des 4 espèces a lieu à la pleine floraison de la Luzerne, avec *L. rugulipennis* comme espèce la plus représentée (résultats de piégeage présentés dans l'article). La publication explique les principaux caractères morphologiques permettant de différencier ces espèces entre elles.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ce sont 4 espèces que l'on peut potentiellement retrouver en France, en particulier *L. rugulipennis* et *pratensis* observées dans les piégeages de 2012. La publication se concentre surtout sur la description des caractères morphologiques.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2009 - L.D. Godfrey, P.B. Goodell, E.T. Natwick, D.R. Haviland, E.E. Grafton-Cardwell, N.C. Toscano - UC Pest Management Guidelines, Cotton, Lygus
UC IPM Pest Management Guidelines: Cotton UC ANR Publication 3444

MOTS CLEFS

Produits phytosanitaire, lygus

RESUME

Le lygus est d'une couleur vert pâle à marron jaune avec des marques noires sur le corps. Il fait de nombreux dégâts sur les anthères, styles et stigmates du coton. Lorsque le lygus attaque durant la formation des graines, il bloque la fabrication de celles-ci qui par conséquent n'arrivent pas à maturité. Les lygus migrent du coton vers d'autres plantes hôtes (luzerne), des bulletins prévisionnels annoncent l'arrivée du ravageur. Cette prévision s'effectue par le comptage des ravageurs sur une parcelle délimitée. La période de migration la plus sensible est de mi-mai à fin juin.

Un moyen de lutte est la mise en place de luzerne qui fait office de plante piège pour le lygus. Actuellement, il devient résistant aux différents produits insecticides autorisés. Mais il reste encore plusieurs produits phytosanitaires utilisables.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 – J. Fitzgerald, C. Jay - Chemical control of the European tarnished plant bug, *Lygus rugulipennis*, on strawberry in the UK
Crop Protection 30 (2011) 1178-1183

MOTS CLEFS

Fraise, lutte chimique, *Lygus rugulipennis*

RESUME

Le *Lygus rugulipennis* est un sérieux ravageur pour la culture de fraises en fin de saison.

Il hiverne sous forme adulte, en Angleterre la première génération est au printemps. Il peut y avoir 2 à 3 générations par an. A 20°C le *Lygus* peut pondre jusqu'à 75 œufs.

Il n'existe pas de lutte biologique par un autre insecte prédateur.

Des expérimentations ont été menées sur différents produits insecticides pour lutter contre le *Lygus*. Il développe des résistances face au produits insecticide, le *Lygus rugulipennis* n'est pas spécifique d'une seule culture. 9 produits phytosanitaires sont évalués, un seul est autorisé sur la culture de fraise, cet essai a duré 2 ans. Il est montré que le thiacloprid réduit efficacement le nombre de *Lygus*. Le problème est la très grande mobilité de celui-ci. De nouvelles pistes sont étudiées pour lutter contre le *Lygus* notamment par des parasitoïdes et l'utilisation de cultures pièges qui peuvent aussi être une bonne technique.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 – P.G. Mason, A.B. Broadbent, J.W. Whistlecraft, D.R. Gillespie - Interpreting the host range of *Peristenus digoneutis* and *Peristenus relictus* (Hymenoptera: Braconidae) biological control agents of *Lygus* spp. (Hemiptera: Miridae) in North America
Biological Control, 57(2), p. 94-102

MOTS CLEFS

Lygus, peristenus, lutte, impact environnemental, parasitisme

RESUME

La mise en place d'ennemis naturels sur les ravageurs peut provoquer d'autres dégâts. Il faut évaluer le prédateur du ravageur avant de le laisser se développer à l'état sauvage. L'objectif est de déterminer le potentiel des deux *Peristenus* en Amérique du Nord. Les nymphes de *Lygus* sont collectées pour étudier ce que le prédateur choisit, il faut aussi qu'il y ait différentes conditions d'habitation, un comptage des cibles si elles sont parasitées ou non. Il a été trouvé que le *Dicyphus hesperus* est prédateur de l'ensemble des *Lygus*. Il est important d'étudier ces prédateurs de par leur impact environnemental et leur activité dans les lieux de réintroduction. Le facteur qui influence beaucoup est le système immunitaire de chaque insecte. *Peristenus digoneutis* est un très bon prédateur du *Lygus linéolaris*. Les régions où se trouve le *Lygus* sont aussi fonction de la richesse végétative. Les deux *Peristenus* (*digoneutis* et *relictus*) ont été validés pour leur faible impact en tant que parasitoïdes. Cette étude a été faite en laboratoire, il reste à contrôler l'impact de la mise en place d'un auxiliaire afin de ne pas perturber l'environnement.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 – S.E. Naranjo, P.C. Ellsworth, D.A. Dierig - Impact of *Lygus* spp. (Hemiptera: Miridae) on Damage, Yield and Quality of *Lesquerella* (*Physaria fendleri*), a Potential New Oil-Seed Crop

J. Economic Entomology 104(5): 1575-1583 (2011)

MOTS CLEFS

Lygus, dégâts sur culture, impact sur germination et rendement, *Lesquerella*

RESUME

Etude des dommages causés par 3 espèces de *Lygus* (*hesperus*, *lineolaris* et *elusus*) sur la *Lesquerella* (*Physaria fendleri*)(Brassicaceae), aux USA, sur une période de 4 ans. Le cycle de la culture va de l'automne jusqu'à la fin du printemps/début de l'été.

Les dégâts directs sur les plantes et indirects sur le rendement et la germination ont été observés en fonction de l'abondance en *Lygus* (capturés au filet fauchoir). Une corrélation entre dégâts sur fleurs, bourgeons et cosses et abondance en *Lygus* (surtout sur les stades larvaires) a été observée. Par contre, ces dégâts n'entraînent pas de manière significative une chute du rendement, du PMG ou de la teneur en huile (?) des graines ; de même que l'abondance en *Lygus* n'explique pas les variations de rendement et qualité des semences. L'impact négatif sur le rendement ne dépend pas de la période d'attaque des *Lygus* (au début ou à la fin de la saison culturale) mais a été plus prononcé les années où le rendement potentiel était plus bas à cause de la compétition des adventices ou d'autres facteurs agronomiques (stress hydrique, mauvaises conditions au niveau du sol, etc.). Les résultats suggèrent que si la culture est bien gérée et conduite, le rendement sera moins affecté par les attaques de *Lygus* et inversement.

La gestion des populations de *Lygus* s'effectue avec des traitements à l'acéphate (non autorisé en France), et une petite dose de perméthrine (pyréthriinoïde) pour repousser temporairement les pollinisateurs (traitement tôt le matin).

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

La conduite de la culture semble aussi être un facteur déterminant dans notre étude carottes. Les attaques de *Lygus* sont aussi importantes à noter, mais leur effet sur la germination (et le rendement ?) ne pourrait intervenir que secondairement dans le mauvais fonctionnement cultural actuel.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 – C.H. Wohleb - Pests of Carrot Grown for Seed - Lygus bug

Disponible sur < <http://insects.ippc.orst.edu/pnw/insects?25VGSD02.dat>>

MOTS CLEFS

Lygus, acariens, pucerons, lutte phytosanitaire

RESUME

IPM Guidelines, Ohio states est un organisme de conseil sur les applications phytosanitaires à utiliser contre les ravageurs. Ici spécifiquement sur le lygus, les pucerons et les acariens.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ce document regroupe l'ensemble des matières actives utilisables aux Etats-Unis sur les ravageurs concernés.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – Y. Carriere, P.B. Goodell, C. Eilers-Kirk, G. Larocque, P. Dutilleul, S.E. Naranjo, P.C. Ellsworth - Effects of Local and Landscape Factors on Population Dynamics of a Cotton Pest
PLoS ONE 7(6): e39862

MOTS CLEFS

Modèle de prédiction, Lygus

RESUME

La demande en nourriture favorise l'agriculture intensive et provoque une vulnérabilité de l'agro-éco-système. Cela modifie les dynamiques de population, de végétation ainsi que celle des ravageurs. Le lygus est un exemple de ces dynamiques de population.

Le lygus hiverne dans des lieux non cultivés, migre vers la luzerne ou la Carthame des teinturiers, les adultes vont ensuite vers le coton lorsque la luzerne et la Carthame sont récoltées. Les insecticides sont systématiques sur le coton du fait de sa sensibilité au lygus. Durant cette étude différentes parcelles sont étudiées avec des comptages de ravageurs et analyses de l'environnement. Il est observé que la densité des lygus ne dépend pas de la variété de coton. Un modèle de prédiction pour la densité des lygus est testé, il inclut une densité de plantation du coton et de la luzerne ainsi que la surface des lieux non cultivés. Il est montré que le modèle fonctionne bien. L'implantation des parcelles non cultivés et de luzerne permet une meilleure gestion du lygus durant la floraison du coton. Il existe de nombreux prédateurs du lygus notamment un provenant d'Europe mais il semble avoir un faible impact sur la culture de fraise. Lors d'application Insecticide sur une culture spécifique, le lygus se déplace vers d'autres cultures.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – E. Conti, F. Frati, G. Salerno - Oviposition Behaviour of *Lygus rugulipennis* and its Preferences for Plant Wounds
J Insect Behav (2012) 25:339–351

MOTS CLEFS

Comportement, Lygus

RESUME

Le *Lygus rugulipennis* provoque des dégâts importants, représentés par des piqûres sur les parties reproductives et végétatives mais il provoque surtout des fruits et des graines malformés. Le but de cette étude est de décrire le comportement des femelles lors de la ponte.

Les lygus sont mis en captivité et nourris trois fois par semaine. Deux femelles sont placées en boîte de pétri et sont séparées au milieu par un haricot vert, ce haricot vert est incisé ou non. Après 24 heures les haricots sont examinés et il est observé la densité plantation œufs par haricot. Lors de prospection par la femelle lygus elle observe si le tissu végétal convient, si oui il y aura ponte d'un œuf. La quantité d'œufs pondus baisse avec le temps car les conditions idéales ne sont plus réunies. Ils restent encore beaucoup d'interrogation quant au lieu de ponte des lygus et leur méthodes de défense.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 - M. Pansa, L. Guidone, L. Tavella - Distribution and abundance of nymphal parasitoids of *Lygus rugulipennis* and *Adelphocoris lineolatus* in northwestern Italy
Bulletin of Insectology 65 (1): 81-87

MOTS CLEFS

Lygus rugulipennis, *Adelphocoris lineolatus*, parasitoïdes, élevage, émergence.

RESUME

Etude italienne de 2001 à 2003 portant sur 2 Miridés ravageurs, *Lygus rugulipennis* et *Adelphocoris lineolatus*. *L. rugulipennis* effectue 3-4 générations/an et passe l'hiver à l'état adulte alors que *A. lineolatus* donne 2 générations/an et hiverne au stade œuf. Contrôle chimique difficile, de ce fait, les observations se portent sur l'émergence des parasitoïdes et leur efficacité à contrôler les populations de ces ravageurs.

Les échantillonnages ont lieu sur luzerne, fraisier, tournesol, blé, pêcher et prairie par méthodes de filet fauchoir et battage (en fonction de la culture). Les individus capturés vivants sont élevés au laboratoire (boîtes de Petri et substrat adéquat) et l'émergence de parasites est notée en fonction de l'année de prélèvement et de la culture. 2 espèces de parasitoïdes sont principalement observées : *Peristenus digoneutis* (86.0%) et *Peristenus relictus* (9,9%) - (Braconidae) -. Les niveaux de parasitisme sont généralement inférieurs à 10% mais les taux peuvent monter à 10 - 30% pour *L. rugulipennis* sur luzerne, prairie et blé. Excepté sur luzerne, le parasitisme n'est pas corrélé à la densité de ravageurs. La plante hôte joue un rôle primordial sur l'attraction des parasitoïdes, de même que la fréquence des traitements insecticides. La température est aussi un facteur important (T°C trop élevée est négative).

En conclusion, en Italie du N-O, le contrôle des populations de *L. rugulipennis* et *A. lineolatus* par les parasitoïdes n'est, à l'heure actuelle, pas assez efficace.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Précisions sur les méthodes d'élevage intéressantes pour la mise en place de protocoles. Observation pragmatique du parasitisme sur ces 2 Miridés est intéressante pour mieux comprendre les données obtenues (Nb de parasitoïdes capturés) en Beauce en 2012.

PSYLLES

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs, Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

1974 - F. Leclant, G. Marchoux, J. Giannotti - Mise en évidence du rôle vecteur du Psylle *Trioza nigricornis* Forst (Insecte, Homoptère) dans la transmission d'une maladie à prolifération de *Daucus carota* L.

C. R. Acad. Se. Paris, t. 278

MOTS CLEFS

Psylle, cicadelle, jaunisse, mycoplasme, transmission

RESUME

Dès les années 70, il est observé dans le Sud-Est de la France que, hormis la cicadelle *Macroteles quadripunctulatus* vectrice d'un mycoplasme, le psylle alors nommé *Trioza nigricornis* est retrouvé en grand nombre.

Des psylles sauvages capturés sur culture de carotte sont placés sur des jeunes plants et sous cage. D'autres psylles issus d'un élevage non infectieux sont placés sur des plants sains et sur des plants contaminés par le syndrome de la jaunisse pour retransmission. 15 j après la 1^{ère} introduction, les insectes sont tués à l'insecticide. Les plantes sont ensuite maintenues et observées.

1 mois ½ après élimination des psylles :

- 15 plantes sur 24 ayant reçu des psylles sauvages présentent des 1ers symptômes de jaunisse.
- un taux de transmission de 90% est observé sur des plants ayant reçu des psylles élevés sur plants contaminés
- aucun symptôme sur les plants ayant reçu des psylles d'élevage sain

CITATIONS / DEFINITION

« Du point de vue des insectes vecteurs, il est probable que les psylles jouent un rôle important jusque-là peu soupçonné dans la transmission de jaunisses de plantes herbacées, l'exemple que nous rapportons étant l'un des premiers. L'importance de ce rôle pourrait être étroitement conditionné d'une part par le fait que les larves de psylles peu ou pas mobiles restent étroitement confinées sur leur plante hôte ce qui assuré, si elle est malade, les meilleures chances d'infection pour un haut pourcentage d'individus, et d'autre part à cause de la migration des adultes ailés qui permet la dispersion de la maladie. Dans le cas de la maladie à prolifération, transmise par *T. nigricornis*, le cycle polyvoltin de cet insecte exacerberait encore son rôle vecteur. »

COMMENTAIRES PERSONNELS

Il est très intéressant de noter que dès 1974, la problématique psylle - myco/phytoplasme – carotte est déjà étudiée et avec des résultats qui ne sont absolument pas anodins. La question est de savoir pourquoi cette observation n'a pas été plus travaillée/reconnue par la suite, puisque nous avons l'impression de travailler, à l'heure actuelle, sur un sujet tout à fait

nouveau alors que, en l'occurrence via travail fait dans cette étude de 74, il ne l'est pas réellement...

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1976 – M. Markkula, S. Laurema, K. Tiittanen - Systemic damage caused by Trioza Apicalis on carrot
Symp. Biol. Hung. 16, P153-155 (1976)

MOTS CLEFS

Trioza apicalis, toxine, dégâts

RESUME

Les mécanismes et les effets de ce ravageur ont été étudiés en Tchécoslovaquie et Finlande. Le degré de dégâts dépend de la durée de colonisation des psylles. Les dégâts sont visibles deux jours plus tard et représentés par une crispation des feuilles. Les dégâts causés par les mâles sont nettement moins important. Dans le cas de semis de carotte un seule psylle par plante suffit à perdre complètement la culture. La composition chimique des carottes est aussi perturbée par la colonisation des psylles, cela est démontré par une diminution de la teneur en vitamines C dans la plante. Différents dégâts coïncides avec l'arrivée des psylles ce qui montre bien qu'ils ne sont pas causés par des virus mais bien par les psylles. Ces dégâts sont dus à la salive qu'ils sécrètent et qui perturbe le métabolisme des plantes. Il reste à identifier l'acide aminé du psylle et à connaître le rôle qu'il a dans le développement de la toxine.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1994 - G. Nehlin, I. Valterova, A.K. Borg-Karlson - Use of conifer volatiles to reduce injury caused by carrot psyllid, *Trioza apicalis* Förster (Homoptera, Psylloidea)
Journal of chemical Ecology, Vol 20, N°3, 1994, p 771-783

MOTS CLEFS

Psylle, contrôle, conifère

RESUME

Le psylle de la carotte provoque des dégâts importants, spécifiquement sur les jeunes carottes juste après leur émergence. La femelle passe l'hiver sous forme adulte dans les épicéas à la sortie de l'hiver la femelle pond ses œufs sur une plante maraîchère. On trouve des psylles sur l'ensemble de l'Europe. En suède, on contrôle leur développement par des insecticides.

Une méthode de jardinier amateur existe qui consiste à pailler les carottes avec des écorces d'épicéa et cela réduirait les dégâts de psylle. Afin d'observer cette méthode différents essais sont menés pour la valider. Les conclusions de ces essais sont que l'apport de paillage de conifère frais stimule les ravageurs vers ce paillage et les détourne de la culture. Cela est dû à l'attirance du psylle vers l'odeur des conifères qui est bien spécifique.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1997 – I. Valterova, G. Nehlin, A.K. Borg-Karlson - Host Plant Chemistry and Preferences in Egg-laying *Trioza apicalis* (Homoptera, Psylloidea)
Biochemical Systematics and Ecology, Vol. 25, No. 6, pp. 477-491

MOTS CLEFS

Trioza apicalis, carotte, attraction chimique

RESUME

Le psylle de la carotte est un des ravageurs des apiacées, on le trouve plus précisément dans le nord de l'Europe. Les dommages qu'il cause sont visibles deux jours après infestation. Cela est représenté par crispation des feuilles et réduction de la taille des racines. Cette étude porte sur les mécanismes saisonniers et les facteurs qui influencent le psylle spécifiquement les monoterpènes qui sont émis par les apiacées. Pour cela la collecte d'insectes est nécessaire et un semis de carotte est réalisé. Pour que l'ovoposition s'effectue il faut une température de 20°C. Le psylle survit jusqu'à trente semaines dans les épicéas. Le choix du psylle pour une plante hôte se fait par les stimulants à base de monoterpènes qu'il reçoit. Ces composants volatiles sont d'importants attractifs sur les psylles. Après analyses chimiques, il est montré que les carottes et les épicéas possèdent ce même composé chimique qui attire le psylle sur le végétal lorsque la quantité varie, celle-ci varie en fonction de la photopériode. Les résultats mènent à une réponse qui est de mettre en place des épicéas de manière à réguler la quantité de psylles sur une culture de carotte.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs, Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

1999 – I. Font, P. Abad, M. Albinana, A.I. Espino, E.L. Dally, R.E. Davis, C. Jorda - Amarilleos y enrojecimientos en zanahoria: Una enfermedad a diagnóstico
Bol. San. Veg. Plagas, 25: 405-415

MOTS CLEFS

Bactericera trigonica, Stolbur

RESUME

Sur la carotte de production en Espagne, on observe des jaunissements et rougissement des feuilles. La carotte est sensible au puceron qui est vecteur de nombreux virus et Bactericera trigonica est vecteur du Stolbur.

En Espagne la surface de production est d'environ 6 600 ha. La culture de carotte est sensible à de nombreux virus. Des tests avec la transmission du virus en laboratoire sont faits avec analyses microscopique et PCR, il est découvert le phytoplasme du Stolbur. Le Stolbur provoquerait ces jaunissements et rougissements sur carottes. Le Stolbur appartiendrait à la famille des Aster Yellow et serait transmis par le B. trigonica.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2002 - P. Kainulainen, A. Ninissen, A. Piirainen, K. Tiilikkala, J.K. Holopainen - Essential oil composition in leaves of carrot varieties and preference of specialist and generalist sucking insect herbivores

Agricultural and Forest Entomology (2002) 211-216

MOTS CLEFS

Psylle, huiles essentielles, types variétaux

RESUME

Le psylle de la carotte fait beaucoup de dégâts sur les cultures de carotte principalement dans le nord de l'Europe.

Les feuilles de carotte contiennent des huiles essentielles qui attirent les psylles. Selon la variété, la composition des huiles en éléments chimiques est différente. Sept variétés ont été testées pour observer si la composition en molécules chimiques influence le choix du ravageur.

Les carottes sont semées en pots et placées sous cage. Des prélèvements de feuilles sont faits pour quantifier les éléments chimiques de chacune des variétés. Un comptage des œufs de chaque ravageur est réalisé. La concentration en sabinène paraît attractive pour le psylle mais n'influence pas le lygus. *Trioza anthicis*, qui est généraliste des ombellifères, est attiré par de forte concentration en monoterpènes. Les variétés qui sont plus résistantes au psylle de la carotte ont une concentration en limonène plus importante.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 – L. Kristoffersen, O. Anderbrant - Carrot psyllid (*Trioza apicalis*) winter habitats – insights in shelter plant preference and migratory capacity
J. Appl. Entomol. 131(3), 174–178

MOTS CLEFS

Trioza apicalis, migration, conifère

RESUME

Le psylle de la carotte se trouve surtout dans les parties tempérées du globe. Il pond dans les carottes et hiverne dans les conifères, lors d'infestations, les symptômes sont la décoloration des feuilles et leur crispation. La migration de la nouvelle génération se fait en automne d'Août à Octobre.

Les recherches se sont portées sur les facteurs qui influencent le psylle durant l'hiver. A savoir si le psylle hiberne dans d'autres arbres que les conifères, si le sexe de l'insecte influence son choix, si la distance entre deux parcelles influe ou non.

Cette étude s'est déroulée en Suède. Habituellement pour lutter contre le psylle, une application phytosanitaire au Diméthoate est faite. Des prélèvements d'échantillons de conifères sont prélevés, étude de la direction du vent. Il est montré que pour le psylle, le *Picea abies* semble le plus attractif. La surface de la parcelle n'apporte pas de différence. On trouve des psylles jusqu'à 1km de distance d'une parcelle. Il n'y a pas de différence au niveau des mâles et des femelles. Il préfère largement le *Picea Abies* comme habitat.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Diméthoate molécule homologué contre la mouche de la carotte

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 – J.E. Munyanesa, J.A. Goolsby, J.M. Crosslin, J.E. Upton - Further Evidence that Zebra chips Potato Disease in the lower Rio Grande Valley of Texas is associated with *Bactericera Cockerelli*.

Subtropical Plant Science, 59: 30-37; 2007

MOTS CLEFS

Bactericera cockerelli, Zebra chips

RESUME

Le Zebra chips est une nouvelle maladie de la pomme de terre. Ses symptômes sont très reconnaissables aux nécroses sur les tubercules, sur la plante ce sont des chloroses. Cela cause de nombreuses pertes de rendement.

Le premier rôle de cette étude est de présenter le rôle du psylle de la pomme de terre sur l'expression du Zebra chips. Un essai est donc mené avec la mise en place de pomme de terre en plein champ. Les plants ont été mis sous cages contenant des psylles. Les plants sous cages montrent de nets symptômes de Zebra chips à la différence des non couverts. Il est suspecté que le psylle injecte des toxines vectrices de virus. Cette étude va permettre le développement de différent monitoring sur le *bactericera*.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 – A. Nissinen, P. Vanhala, J.K. Holopainen, K. Tiilikkala - Short feeding period of carrot psyllid (*Trioza apicalis*) females at early growth stages of carrot reduces yield and causes leaf discoloration

Entomologia Experimentalis et Applicata 125: 277–283

MOTS CLEFS

Psylle, rendement, contrôle, dégâts

RESUME

Le psylle de la carotte est un important ravageur en Europe centrale et du Nord. Il hiverne sous forme adulte dans les conifères et migre en mai vers les carottes. Ce sont les femelles qui causent le plus de dégâts, elles provoquent la rétractation des feuilles et le développement de racines secondaires. Les populations de psylles sont variables d'une année à l'autre et d'une parcelle à l'autre. Pour contrôler le nombre de psylles des plaques engluées sont mises en place ainsi que le dénombrement des plantes qui ont les feuilles crispées. Pour réaliser des observations sur le psylle, des carottes sont semées en pots puis mises en place dans des conditions de culture classique. Les pots sont mis en place avec des psylles sous cage Insect-proof. Les résultats montrent qu'une quantité importante de psylle réduit nettement le poids racinaire, la période de l'attaque est déterminante pour l'importance des dégâts. C'est au stade cotylédons que les carottes sont le plus sensibles. Le monitoring des psylles par plaques engluées est d'une durée trop longue et devrait être fait plusieurs fois. Les piqûres sur feuilles provoquent des décolorations foliaires. La période d'application des produits phytosanitaire est primordiale pour lutter contre le psylle.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 - N.M.M. Abdullah - Life history of the Potato Psyllid Bactericera Cockerelli (homoptera: Psyllidae) in controlled Environment agriculture in Arizona
African Journal of Agricultural Research, Vol 3, p60-67, January 2008

MOTS CLEFS

Bactericera, pomme de terre, virus

RESUME

Le psylle de la pomme de terre a été renommé de nombreuses fois pour devenir Bactericera. Le Bactericera prédate 20 familles de plantes différentes. Au Guatemala et en Honduras, c'est un sérieux ravageur. Il provoque des dégâts sur les tubercules et résiste à l'hiver dans les plaines. Les symptômes sont nommés les « Yellow Symptoms » mais les nymphes ne sont pas tous vecteurs de virus. La femelle peut pondre jusqu'à 500 œufs tout dépend de la température. La différenciation mâle femelle se fait au microscope.

Une étude a été menée sur la mise en place de psylle sous cage sur la culture des tomates. Le délai de survie ainsi que le nombre d'œufs pondus ont été comptabilisés. Il est clair que le bactericera transmet des virus.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 - S. Fisher, J. Auer - Psylle de la carotte : chronique d'une invasion annoncée
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW www.acw.admin.ch

MOTS CLEFS

Reproduction, symptômes, lutte, psylle

RESUME

Cousin du puceron, le psylle de la carotte est un insecte piqueur. Il hiverne dans les conifères et migre au printemps vers les plantes maraîchères. Il préfère les plantules de carotte, il y injecte une toxine qui inhibe la croissance. Les insectes passent l'hiver sous leur forme adulte et vont sur les parcelles de carotte pour se reproduire.

Si la plante possède au moins quatre feuilles elle n'aura alors que quelques symptômes foliaires, sinon elle sera détruite. Les femelles de la nouvelle génération ne produisent pas de toxine, elles l'acquièrent donc durant l'hiver. Les luttés possibles sont le piégeage, le pelliculage des semences, et en culture biologique la mise en place de filets couvrants dont le prix est toutefois élevé lors de production à grande échelle.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 – P. Láska, J. Rogl - Periodicity of the outbreaks of the carrot psyllid (*Trioza apicalis*) cannot be explained by sunspot activity
Biologia 63/6: 1181—1183, 2008 Section Zoology

MOTS CLEFS

Trioza Apicalis, ensoleillement, développement

RESUME

Trioza apicalis est un sérieux ravageur de la carotte depuis 1850 surtout au Nord de l'Europe. Il fait des dégâts importants.

Il est testé dans cet article l'influence de la luminosité sur le ravageur. Il est observé les grillures sur plantes et le dénombrement des psylles. Le test ne donne pas de différence évidente. La fluctuation du nombre de psylles ne dépend pas de l'ensoleillement mais des conditions favorables ou non à leur développement. Mais aussi à la pression en psylles de l'année précédente.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 - A. Nissinen, L. Kristoffersen, O. Anderbrant - Physiological state of female and light intensity affect the host-plant selection of carrot psyllid, *Trioza Apicalis* (Hemiptera: Triozidae)

European journal entomology, 105, 2008, 227-232

MOTS CLEFS

Psylles, plantes hôtes, essai, orge

RESUME

Le psylle est l'un des ravageurs les plus importants de la carotte. Il hiverne sous forme adulte et migre en mai. Il fait beaucoup de dégâts sur les feuilles de carotte. On peut observer visuellement les œufs dix jours après leur ponte et à mi-août il passe au stade adulte. Le psylle possède des antennes olfactives et réceptives à de nombreuses plantes hôtes. De nombreuses expérimentations ont été menées en laboratoire sans obtenir de résultats probants. Cette nouvelle étude consiste à observer les effets des conditions lumineuses durant les différents stades de ce ravageur. Les psylles sont placés dans des tubes de plexiglass disposés horizontalement. A l'intérieur est mis en place des feuilles de carotte et d'orge de chaque extrémité du tube puis au centre des tubes contenant les psylles. Chaque extrémité est fermée par une toile en coton. L'influence de la luminosité est prise en compte. Les observations qui ont été faites montrent qu'une femelle fécondée préférera les feuilles de carotte et une femelle non fécondée ira plutôt vers les feuilles d'orge. Une observation supplémentaire est que le psylle fera son choix selon l'intensité lumineuse. Il reste encore de nombreuses études à réaliser pour vraiment bien connaître ce ravageur.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2009 – A.H. Gharalari, C. Nansen, D.S. Lawson, J. Gilley, J.E. Munyaneza, K. Vaughn - Knockdown Mortality, Repellency, and Residual Effects of Insecticides for Control of Adult *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae)
J. Econ. Entomol. 102(3): 1032-1038

MOTS CLEFS

Pomme de terre, traitements phytosanitaire, Zebra chips, *bactericera cockerelli*, psylle

RESUME

Bactericera cockerelli est vecteur de Zebra Chips qui est un virus sur la pomme de terre. Le psylle cause deux types de dégâts et beaucoup de pertes en rendement.

En mélangeant 10% d'alicarb avec un fertilisant cela permet de faire une bonne lutte contre *B. cockerelli*.

Une étude a été mise en place pour tester différents produits sur un élevage de *B. cockerelli*. Elle débute par la contamination des plantes et ensuite par des applications insecticides. Plusieurs produits sont testés, c'est l'abamectin qui ressort. Il détruit les psylles adultes directement après application, il paralyserait les insectes. Il est aussi spécifié l'importance de trouver de variétés résistantes à *B.cockerelli* pour limiter les applications phytosanitaires.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2009 – B.C. Jackson, J. Goolsby, A. Wzykowski, N. Vitovsky, B. Bextine - Analysis of Genetic Relationships Between Potato Psyllid (*Bactericera cockerelli*) Populations in the United States, Mexico and Guatemala Using ITS2 and Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) Data Subtropical Plant Science 61, 1-5, 2009

MOTS CLEFS

Bactericera cockerelli, Zebra chips

RESUME

Le Zebra chips a été décrit pour la première fois en 1994. Il est défini par ces caractéristiques de décoloration et de zebra dans les tubercules. Cela apparait lorsque les pommes de terre sont tranchées.

Des recherches sur le psylle de la pomme de terre sont menées de par le fait qu'il transmettrait le Zebra-Chips. Principalement dans le nord de l'Amérique. Des psylles sont collectés dans les champs de pomme de terre et des analyses permettent d'observer si le *Bactericera cockerelli* est différent d'une région à l'autre. Il est apparu que les *Bactericera cockerelli* n'étaient pas très différents et tous très susceptibles de transmettre le zebra chips.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2009 – D.A.J. Teulon, P.J. Workman, K.L. Thomas, M.C. Nielsen - *Bactericera cockerelli*: Incursion, Dispersal and current distribution on vegetable crops In New Zealand
New Zealand Plant Protection 62 : 136-144 (2009)

MOTS CLEFS

Bactericera cockerelli, évaluation du ravageur

RESUME

Ce document traite de la distribution du *Bactericera cockerelli* en Nouvelle-Zélande. Cela est fait par la collecte des ravageurs. La nymphe est jaune puis au stade adulte passe de gris à noir. Pour mesurer la distribution du psylle, elles ont été collectées chez des parcelles de producteur, par des membres du groupe de recherche. Cette collecte s'est faite par la mise en place de plaques engluées. La distribution du psylle selon les périodes de l'année est différente. Grâce à cette mise en commun avec les différents acteurs cela permet d'avoir la connaissance de la répartition du ravageur. En connaissant la répartition il est possible de limiter les applications phytosanitaires. De plus il est vecteur de *Candidatus* et c'est un important ravageur des serres. Les industries ont commencé à contrôler le psylle à la suite de cette étude. Au départ de la Nouvelle Zélande, les produits sensibles au *Bactericera* doivent avoir un passeport sanitaire pour quitter le pays.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2010 – C. Guédot, D.R. Horton, P.J. Landolt - Sex attraction in *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae)
Environ Entomol. 2010 Aug;39(4):1302-8

MOTS CLEFS

Comportement, signal chimique, *bactericera cockerelli*

RESUME

Bactericera cockerelli est originaire de l'amérique du Nord mais elle a été détecté au Mexique, en Nouvelle-Zélande ainsi qu'en Amérique centrale. Le rôle du signal chimique entre psylles à récemment été montré. Le travail a commencé avec la collecte des psylles puis des tests en laboratoire mettant face à face des psylles mâles et femelles avec et sans leur homologue. Les mâles vont directement vers les femelles. Ces composants chimiques contiennent du carbone et transmettent beaucoup d'informations. La suite de cette étude est l'identification exacte des composées chimiques.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2010 - R. Meadow - The carrot psyllid, *Triozza apicalis* – Biology and control
Bioforsk Rapport, vol 5 N°151, 2010

MOTS CLEFS

Psylle, *Triozza*, Lutte

RESUME

Ce rapport présente les résultats préliminaires pour contrôler le psylle de la carotte. On trouve le psylle dans l'est et le sud-est de la Norvège. Au sein de ce pays, le psylle cause des dégâts importants au niveau économique. Le cycle de vie du psylle est d'une génération par an, la distance de vol des psylles est inconnu (observations jusqu'à 1km d'une parcelle de carotte), ils migrent sur les carottes en fin de printemps. Ils hivernent sous forme adulte dans les sapins et tolèrent très bien le froid (-30°C). Les femelles placent les œufs sur les pétioles et feuilles, les larves de psylles doivent impérativement se développer sur la carotte. Pour se nourrir il insère son stylet dans les feuilles et y prélève les nutriments nécessaires. Les insecticides sont peu efficaces et ce ravageur développe rapidement des résistances. Le monitoring de cette espèce est très important pour la détermination des vols. Le développement de produits phytosanitaires spécifiques à ce ravageur est bloqué en raison du manque de rentabilité pour les firmes. Les solutions qui se présentent sont le monitoring du ravageur, couvrir la culture et limiter au maximum l'effet négatifs de cette couverture.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs, Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

2010 - J.E. Munyaneza, T.W. Fischer, V.G. Sendoga, S.F. Garczynski, A. Nissinen, A. Lemmenty
- Association of "Candidatus Liberibacter solanacearum" with the psyllid, Trioza apicalis
(Hemiptera: Triozidae) in Europe
Journal of economic Entomology, 2010, Vol 103 n° 4, P 1061 à 1068

MOTS CLEFS

Psylle, candidatus, symptômes, vecteur

RESUME

Le psylle est un important ravageur, spécifiquement par les piqûres de salive qu'il effectue et la transmission de virus que cela induit. Le psylle se situe géographiquement dans le nord de l'Europe. Les symptômes que provoque le psylle sont des décolorations de feuilles, la prolifération de racines secondaires. Si le contrôle des psylles n'est pas effectué à la sortie de l'hiver, c'est la récolte entière qui est détruite. L'objectif des études récentes est d'observer le développement du psylle et d'étudier la possibilité qu'il soit vecteur de Candidatus. Cela est mis en évidence par des prélèvements de carotte et la caractérisation de Candidatus par analyses ADN. Le psylle débute sa migration fin mai début juin et suite à son passage il y a détection de Candidatus. La conclusion de cet essai est que le psylle est bien vecteur de Candidatus et qu'il faut développer des variétés résistantes à cette bactérie.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2010 – X.B. Yang, Y.M. Zhang, L. Hua, L.N. Peng, J.E. Munyaneza, J.T. Trumble, T.X. Liu -
Repellency of selected biorational insecticides to potato psyllid, *Bactericera cockerelli*
(Hemiptera: Psyllidae)
Crop Protection 29 (2010) 1320-1324

MOTS CLEFS

Bactericera cockerelli, Solanacées, psylle, tomate

RESUME

Bactericera cockerelli a un impact destructeur sur de nombreuses solanacées. Pour lutter contre *Bactericera Cockerelli*, quatre insecticides à base d'huile minérales et d'extraits de plantes ont été testés sur tomates en serres. L'étude se fait sur des tomates issu de semis les applications de produits sont faites, il est observé les résultats sur les *Bactericera cockerelli*, leur retour à la plante est observé, l'indicateur le plus représentatif est le nombre d'œufs pondus. Les résultats montrent qu'il n'y a pas d'œufs pondus avec le SunSprayoil, ce produit devient phytotoxique sur les melons. Pour avoir une lutte optimale sur le psylle il faut choisir des variétés résistantes et augmenter les méthodes de contrôle biologique et limiter au maximum les applications insecticides pour éviter la résistance des ravageurs.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 - C.D. Butler, B. Gonzalez, K.L. Manjunath, R.F. Lee, R.G. Novy, J. Creighton Miller, J.T. Trumble - Behavioral responses of adult potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae), to potato germplasm and transmission of *Candidatus Liberibacter psyllae*
Crop Protection 30 (2011) 1233-1238

MOTS CLEFS

Candidatus liberibacter, pomme de terre, *Bacteria Cockerelli*

RESUME

Bacteria cockerelli est un important ravageur de la pomme de terre. Il est vecteur de *Candidatus liberibacter*, ce virus provoque des diminutions de rendement et de qualité.

Le test de variétés résistantes est fait ainsi que la détermination du gène résistant. L'utilisation de pesticides a toujours limité son invasion et en 20 ans de recherche il n'a donc pas été démontré les dégâts du psylle. 22 variétés de pomme de terre ont été testées pour leur sensibilité au *Bacteria Cockerelli*. Des psylles sont mis en cage avec des feuilles de pomme de terre, les données collectées sont des observations de lésions ainsi que des symptômes.

Note des différences significatives entre variétés quant à leur sensibilité à *Candidatus liberibacter*. Il est établi que le psylle est bien un vecteur de *Candidatus liberibacter*.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 - S.A.S Fathi - Population density and life-history parameters of the psyllid *Bactericera nigricornis* (Forster) on four commercial cultivars of potato
Crop Protection 30 (2011) 844-848

MOTS CLEFS

Zebra chips, *Bactericera nigricornis*, psylle

RESUME

Le psylle *Bactericera nigricornis* est l'un des plus importants ravageurs sur la pomme de terre en Iran. *B. nigricornis* est un cousin de *Bactericera cockerelli* qui lui vit aux États-Unis et Nouvelle-Zélande. Les œufs de *Bactericera* sont disposés sur la face inférieure des feuilles. Par la suite d'une invasion de *Bactericera*, il y a observation d'un développement de nécroses sur les tubercules qui correspond au virus du Zebra chips.

Il a donc été étudié la possibilité de la transmission de Zebra chips par *B. nigricornis*. Pour lutter contre le psylle beaucoup d'insecticides sont utilisés, il est possible qu'il devienne résistant.

Quatre variétés de pommes de terre ont été testées afin d'observer le psylle. Cette étude a été menée sur deux ans, les insectes sont comptabilisés à différents stades de la culture et par la suite une étude en laboratoire est menée sur une colonie. Cette étude détermine le temps de survie et le temps d'émergence de l'adulte. Les résultats au champ montrent deux cultivars de pomme de terre moins sensibles, ce qui est repéré au laboratoire par un développement plus lent des nymphes sur ces deux mêmes cultivars. Une variété plus résistante pourrait être utilisée avec des nouveaux insecticides et des prédateurs du psylle. La lutte contre le psylle permet de limiter la transmission du virus.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 - L.A. Lacey, T.-X. Liu, J.L. Buchman, J.E. Munyaneza, J.A. Goolsby, D.R. Horton - Entomopathogenic fungi (Hypocreales) for control of potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae) in an area endemic for zebra chip disease of potato *Biological Control* 56 (2011) 271–278

MOTS CLEFS

Bactericera cockerelli, Solanacées, phéromones

RESUME

Bactericera Cockerelli est un sérieux ravageur des solanacées. Certains insecticides sont efficaces mais pas sur les adultes vecteur de virus. Des applications ont été effectuées pour lutter contre le Zebra chips mais ils ne sont pas vraiment efficaces pour l'ensemble des modalités. Pour lutter contre Zebra chips il faut d'abord lutter contre *Bactericera cockerelli*. Sur la partie haute des plants, il fait trop chaud et cela limite l'invasion des ravageurs, le traitement à base d'huile de neem possède une réelle efficacité. Plusieurs recherches sont mises en place avec des phéromones ou kéromones. Les futures recherches qui en découlent sont la prospection de nouveaux produits et de nouveaux hyménoptères prédateurs de *Bactericera cockerelli*.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 - P. Laska - Biology of Trioza apicalis – a review
Plant protection Sciences 47 P 68 – 77

MOTS CLEFS

Biologie, stade, contrôle, psylle

RESUME

Nombre de descriptions ont été faites sur le psylle, plusieurs dénominations lui ont été attribuées. Le psylle a été découvert en 1896, les premières applications phytosanitaires pour lutter contre ce ravageur ont été faites en 1918. Les œufs sont blancs puis jaunissent par la suite, ils passent par cinq stades larvaire et enfin au stade adulte. Ils sont verts avec des antennes et des pattes jaunes seulement pour les adultes de nouvelle génération. La période de vol dépend de la région et des conditions climatiques mais se situe de mi-mai à mi-juin. La durée de vie d'un adulte est d'environ six semaines. La femelle peut pondre une vingtaine d'œufs par jour. Le psylle se développe très bien sur les carottes mais peu sur le persil et le cumin. Les dégâts du psylle sont visibles par le jaunissement des feuilles. Il hiverne dans les conifères.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2011 - R. Meadow - The Carrot Psyllid (*Trioza apicalis*) Biology and Control
Bioforsk, The Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research

MOTS CLEFS

Psylle, contrôle, symptômes, dégâts

RESUME

On trouve le psylle en Norvège, Suède et Finlande. Il a été observé pour la première fois en 1896. Les adultes hivernent dans les conifères, déposent leur œufs sur les feuilles au début de l'été qui passent ensuite au stade nymphe puis adulte. En fin d'été la nouvelle génération d'adulte quittera les carottes pour se diriger vers les conifères. Les symptômes que provoque le psylle sont des enroulements de feuilles et des déformations de racines. Le psylle est aussi vecteur de *Candidatus liberibacter*. Les insecticides ont un très faible impact sur ce ravageur. La couverture des cultures par une toile a été testée, cela donne de bons résultats mais le risque est d'avoir de trop fortes températures sous la couverture. Entre un insecticide, un traitement de semences et la couverture, c'est cette dernière technique qui fonctionne le mieux. Il y a encore trop peu de connaissances sur le psylle et beaucoup de recherches à mener.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 - Australian Government - Diagnostic protocol for the detection of the Tomato Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc)
Australian government (2012)

MOTS CLEFS

Tomate, pomme de terre, description, *Bactericera cockerelli*

RESUME

Bactericera cockerelli a été renommé de nombreuses fois et porte comme nom commun psylle de la pomme de terre, découvert depuis 1894 sur tomate.

Le psylle n'est pas spécifique de cette plante. Il y est présenté la taxonomie du ravageur avec illustrations des différents stades de *Bactericera*. L'ensemble des parties de l'insecte sont décrites et photographiées.

Il est possible de confondre *Bactericera cockerelli* avec *Trioza apicalis* et *Bactericera trigonica*. Les symptômes causés par *cockerelli* sont l'apparence des fruits, le changement de couleur des plantes, crispation des feuilles. Sur pomme de terre, ils provoquent des décolorations et transmet le Zebra chips. Des échantillons sont collectés et identifiés avec leur stade afin de pouvoir par la suite déterminer des critères de repérage. Ce protocole permet de récolter et d'identifier *Bactericera cockerelli*.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 - C.D. Butler, G.P. Walker, J.T. Trumble - Feeding disruption of potato psyllid, *Bactericera cockerelli*, by imidacloprid as measured by electrical penetration graphs *Entomologia Experimentalis et Applicata* 142: 247–257, 2012

MOTS CLEFS

Pomme de terre, produits phytosanitaire

RESUME

Bactericera Cockerelli est un sérieux ravageur de la pomme de terre et vecteur de virus. Il est couramment utilisé des insecticides (Imidacloprid) pour lutter contre B.C.

La zone géographique du psylle est l'Amérique du Nord et centrale ainsi que la Nouvelle Zélande. Les symptômes sont le jaunissement des feuilles ou une coloration violette, ainsi que la prolifération des bourgeons axillaires et le dessèchement des tissus.

Les insecticides sont les seuls moyens de lutte contre *Bactericera cockerelli* et par conséquent le Zebra chips. Les produits composés d'Imidacloprid sont conseillés avec une application, il y a une efficacité de 6 semaines.

Pour dénombrer les psylles, l'envoi d'onde électrique dans le sol est effectué. L'essai est répliqué 20 fois. Les psylles possèdent les mêmes longueurs d'ondes qu'un puceron. Les résultats montrent quand même que l'utilisation de l'Imidacloprid réduit la transmission du Candidatus car le produit réduit significativement la quantité de psylles adulte. Il est établi que le psylle pique et inocule le candidatus. Les résultats montrent qu'il faut continuer les applications d'Imidacloprid pour la lutte contre le B.C.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 - F. Constable - Diagnostic protocol for the identification and detection of *Candidatus liberibacter solanacearum*, the causal agent of zebra chip of potatoes
Australian government, department of agriculture, fisheries and forestry,
www.padil.gov.au/Sphds

MOTS CLEFS

Identification, solanacées, psylle, candidatus

RESUME

Le candidatus est une bactérie qui affecte les plantes dont il est l'hôte. Il est diffusé par des insectes vecteurs notamment le psylle. Les symptômes de la bactérie sont différents selon les plantes hôtes, qui sont notamment la pomme de terre, la tomate, le piment, l'arbre à tomate et la carotte. Il existe quelques maladies sur pomme de terre et carotte qui montrent les mêmes symptômes, attention à ne pas les confondre. La technique la plus utilisée pour détecter cette bactérie est l'analyse ADN.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ce document décrit l'ensemble des symptômes que provoque *Candidatus* sur les solanacées et carottes.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – EPPO - Candidatus liberibacter solanacearum

Disponible sur

< http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/bacteria/Liberibacter_psyllaurous.htm>

MOTS CLEFS

Vecteur, bactérie, dégâts, psylle, Candidatus liberibacter

RESUME

Le Candidatus liberibacter solanacearum est ajouté à la liste OEPP.

Il provoque de nombreux dégâts sur l'ensemble des solanacées qui réduisent le rendement et la qualité. Il a plus récemment été découvert sur la culture de carotte. Le psylle est le possible vecteur de cette bactérie. On la trouve en Nouvelle Zélande, au Mexique et aux états Unis pour les Solanacées et dans certains pays européen pour les Apiacées (Finlande, Norvège, Espagne, Suède).

Les dégâts sur pomme de terre sont pénalisants car ils empêchent la commercialisation. Sur carotte la bactérie provoque des décolorations de feuilles qui deviennent violettes et surtout provoque des développements de racines secondaires importants. Le psylle étant propagateur de la bactérie il faut bien contrôler ce ravageur et les zones d'implantation des cultures.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – S. Halbert, J.E. Munyanesa - Potato Psyllids and associated pathogens: A diagnostic aid
Power point de conférence (2012)

MOTS CLEFS

Pomme de terre, bactericera cockerelli, bactericera nigricornis

RESUME

Quatre différentes espèces de psylle de la pomme de terre (solanacées) sont présentées. Bactericera cockerelli au nord de l'Amérique la plus étudiée et décrite pour la première fois en 1909. Il est observé sur les solanacées et précisément sur le poivron et se reconnaît par différents critères au niveau de la tête. Elle colonise chaque année de plus en plus de lieux. Elle a été introduite en Nouvelle Zélande et a causé de nombreux dégâts. Sa préférence se fait pour les solanacées et la diffusion d'une région à une autre se fait par le transport des fruits et des végétaux. Le psylle transmet des toxines et notamment le candidat *liberibacter*.

Le Zebra chips s'observe sur les parties végétatives des plantes et aussi sur les tubercules. *Russeliana solanicole* colonise le sud de l'Amérique, peu d'information sur la biologie de l'insecte mais il est vecteur de virus sur solanacées, il a été décrit pour la première fois en 1959. Il est classé en quarantaine aux USA.

Bactericera nigricornis est présent en Europe, Asie central et Hongrie, il a été décrit en 1948. Et découvert en 2000 sur carotte. Il est important de bien différencier *B. nigricornis* et *B. cockerelli*. Il n'y a pas de quarantaine sur ce ravageur. Et il ne transmettrait pas de pathogènes. Le psylle de l'aubergine découvert en Australie en 2010, description du Ravageurs et il est pour l'instant spécifique au Aubergine. Les symptômes sont des pertes de fleurs et ce psylle ne transmet pas de virus.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 - E. Jirle - Chemical ecology of psyllids on carrot and eucalyptus: relevance to monitoring and control psyllids are widespread and serious pests on a large number of crops and trees

LUND University, Faculty of science, department of biology. <http://www4.lu.se/o.o.i.s/28923>

MOTS CLEFS

Psylle, lutte, commercialisation

RESUME

Le psylle de la carotte est un important ravageur de cette culture. Beaucoup d'agriculteurs espèrent trouver un moyen de lutte biologique face à ce ravageur en raison de la commercialisation vers la nourriture pour bébé et de la demande de réduction des produits chimiques. Comme ce psylle hiverne dans les conifères, une méthode de lutte sensorielle est à l'étude.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – W.R. Nelson, V.G. Sengoda, A.O. Alfaro-Fernandez, M.I. Font, J.M. Crosslin, J.E. Munyaneza - A new haplotype of “Candidatus Liberibacter solanacearum” identified in the Mediterranean region

Eur J Plant Pathol DOI 10.1007/s10658-012-0121-3

MOTS CLEFS

Bactericera trigonica, Candidatus liberibacter, pomme de terre

RESUME

Le candidatus Liberibacter Solanacearum est une bactérie qui affecte gravement les plantes et le psylle est vecteur de cette bactérie. Le candidatus est observé dans différentes parties du monde : Etats unis, Nouvelle Zélande, Espagne, Finlande. Des psylles ont été observés avec la bactérie. Il en est donc déduit que le bactericera trigonica est le vecteur de celle-ci. L'objectif de cette étude est d'observer si c'est le même candidatus qui s'exprime sur les différentes cultures (pomme de terre, carotte). La présence du psylle sur différente partie du monde est due au déplacement de l'homme.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – D. Ouvrard - First record of the onion psyllid *Bactericera tremblayi* (Wagner, 1961) (Insecta: Hemiptera: Sternorrhyncha: Psylloidea) and new symptoms on leek crops in France
Department of Life Sciences, The Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD, UK
http://www.eppo.int/QUARANTINE/special_topics/Bactericera_tremblayi_FR/Bactericera_tremblayi.htm

MOTS CLEFS

Bactericera tremblayi, *nigricornis*, *trigonica*

RESUME

Ce document étudie principalement le *Bactericera tremblayi* sur poireaux en France. Ce document permet d'obtenir la comparaison de trois *Bactericera* que sont *tremblayi*, *nigricornis*, *trigonica*.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

NÉMATODES

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

? – DGAL - Nématodes à galles : Meloidogyne chitwoodi et Meloidogyne fallax Organismes nuisibles de lutte obligatoire dans l'Union européenne
Annexe 1, note national d'informations

MOTS CLEFS

Méthode de lutte, cycle de vie, nématodes

RESUME

Beaucoup de cultures sont attaquées par le Meloidogyne, l'ensemble des cas suspects doivent être déclarés. Les symptômes sont très variables selon la quantité de ravageurs présents. Les principaux symptômes sont les galles sur les racines, les femelles sont sédentaires en forme de poires, les mâles sont mobiles et filiformes. Ce sont des parasites obligatoires, ils se nourrissent des racines et les œufs se développent sur la racine. La dissémination des nématodes se fait très facilement par le sol, l'homme et les plantes infestées. Pour lutter contre les nématodes, les rotations de cultures et le maximum de précaution sont nécessaires.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1986 - S.P. Huang - Penetration, Development, Reproduction, and Sex Ratio of *Meloidogyne javanica* in Three Carrot Cultivars
Journal of Nematology 18 P 408 -412

MOTS CLEFS

Essai, *Meloidogyne*, nématodes, développement

RESUME

En 1949, *Meloidogyne javanica* est le plus important nématode spécifique de la carotte. Pour lutter contre ce nématode il faut trouver des types variétaux résistants, un essai a donc été mené pour observer leur résistance. Les types étudiés sont la Nantaise, le Kuroda, et Brasilia.

Des boîtes de pétris ont été inoculées avec des œufs de *Meloidogyne javanica* et une boîte témoin a été conservée. Deux plantes ont été mises en place dans chaque boîte. Les caractères observés sont le nombre de plantes affectée et puis par la suite le stade de développement et le sexe du nématode. Les observations ont été faites entre le 4ème et le 40ème jour. Les premières observations de nématodes se font sur le type nantais puis le type kuroda et enfin le type brésilien. La proportion de femelles selon le type n'est pas différente. Le type de carotte le plus résistant face à *Meloidogyne javanica* est le type brésilien de par la lenteur de développement des ravageurs. Les différences que l'on peut observer sont par le nombre d'œufs, de femelles et de galles.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1987 – P.A. Roberts - The influence of planting date of carrot on *Meloidogyne incognita* reproduction and injury to roots
Nematologica, volume 33, number 3, 1987, p335-342

MOTS CLEFS

Meloidogyne incognita, date de plantation

RESUME

La température du sol influence nettement la vie du méloïdogyne à 18°C il se développe rapidement mais par contre durant l'hiver il est ralenti par le froid. Un test a été réalisé en testant différentes dates de plantation de carottes puis les carottes sont récoltées et classées selon 4 catégories : commercialisable sans dommage, non commercialisable avec fourche et non commercialisable avec galles. Le nombre des nématodes a été déterminé juste avant plantation et juste après la récolte par analyse de sol. Le nombre de carotte colonisé par les nématodes lors de la première date de plantation est nettement plus important.

L'étude montre qu'il faut retarder la plantation pour limiter le développement des nématodes.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1997 - A. Fraval, E. Fèvre, R. Coutin, C. Minost, V. Laporte - Nématodes de la carotte, à galle des racines, nématodes des prairies
HYPPZ Zoologie, disponible sur <http://www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR>

MOTS CLEFS

Description, fécondation, dégâts, nématodes, Heterodera, Meloidogyne, Pratylenchus

RESUME

Heterodera carotae est un nématode à kystes. Le mâle est filiforme et la femelle après fécondation se transforme en kyste contenant les œufs. Il pénètre les racines en perforant l'épiderme ou par des blessures déjà présentes. Il détruit les cellules en injectant une toxine. Les différents dégâts sont visibles par des zones de végétation irrégulières qui s'agrandissent si la rotation des cultures favorise le nématode. Les carottes sont petites avec des radicelles anormalement développées.

Meloidogyne est un nématode dont le mâle est filiforme et la femelle globuleuse. Quelle que soit l'espèce, ils attaquent de nombreuses cultures. A la sortie de l'œuf, la larve se déplace grâce à l'eau qui recouvre les particules de terre. Elle pénètre les racines et migre vers les vaisseaux conducteurs, il en résulte le développement d'une galle qui bloque les vaisseaux conducteurs de sève. Le cycle de vie dépend de la température, plus elle augmente plus le développement est rapide. Les dégâts sont représentés par des galles volumineuses sur les racines, au niveau aérien on observe une croissance réduite, un jaunissement des feuilles. Ils favorisent aussi les attaques fongiques.

Le Pratylenchus penetrans est un nématode filiforme et mobile. Il existe deux espèces particulièrement nuisibles qui parasitent l'ensemble des fruitiers et des plantes maraîchères. A chacun de leurs stades de développement, ils attaquent les cellules externes des radicelles et pénètrent les tissus. Lors de conditions défavorables, ils migrent dans le sol jusqu'à ce qu'ils trouvent une nouvelle racine hôte. Leur durée de vie est de 1 à deux mois mais plusieurs générations peuvent se succéder. Ils favorisent aussi les attaques fongiques.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ce site internet possède aussi la description d'autres ravageurs notamment acariens et pucerons.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2004 - J. Kimpinski, K. Sanderson - Effects of crops rotations on carrot yield and on the nematodes *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne hapla*
Phytoprotection 85, 13-17

MOTS CLEFS

Nématodes, rotation de culture, rendement

RESUME

Un essai a été mené afin d'observer le rendement de la culture de carotte avec des rotations de culture différentes de celles pratiquées, la quantité de nématodes a également été mesurée. Cet essai a été mené à Québec, sur l'île du Prince Edward et en bordure maritime. La quantification des nématodes est faite par des analyses de sol et de racines. L'élément de comparaison est la quantité de carotte commercialisable par site. Le rendement en carotte n'est pas influencé par la culture précédente mais par la quantité de nématodes dans le sol. La variation de rendement peut aussi être due à la quantité de précipitations qu'il y a eu sur la parcelle. Le Marigold (Œillet) pourrait être utilisé pour ses propriétés nématocides.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 - F. Crowe, R. Simmons - Sampling and damage assesment of Pratylenchus Nematodes Associated with Wheat--carrot Seed Crop Rotations in Central Oregon

http://oregonstate.edu/dept/coarc/sites/default/files/publication/07_nematode_carrot_wheat.pdf

MOTS CLEFS

Traitement, rotation, lutte, nématodes, Pratylenchus

RESUME

En Oregon, un essai a été mené quant à l'intérêt d'utiliser un nématicide sur une parcelle de carotte ayant une forte population de pratylenchus dans le sol. Un semis de carotte a été fait sur 4 parcelles ainsi que la quantification de pratylenchus dans le sol. La quantité a diminué de juin à août. Le produit testé est un produit à base d'oxamyl. Le produit testé ne tue pas immédiatement les nématodes, la différence n'est pas significative.

La conclusion qui en ressort est que le produit ne fonctionne pas lorsque la quantité de nématodes dans le sol est trop importante. Il est aussi présumé que lors de la rotation blé carotte, il y a un développement important des pratylenchus.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2010 – INRA, interactions plantes-nématodes - Phylogenetic position of *Meloidogyne incognita* within the phylum Nematoda

Meloidogyne incognita resources http://www.inra.fr/meloidogyne_incognita/meloidogyne

MOTS CLEFS

Nématodes, *Meloidogyne*, description, symptômes, développement

RESUME

Il existe environ 25000 espèces de nématodes, le genre *Meloidogyne* en possède une grande diversité. C'est le nématode qui provoque les dégâts les plus importants en agriculture. Il est en interaction complète avec sa plante hôte, il a développé une stratégie afin d'infester le plus grand nombre d'espèces possible. Le *Meloidogyne* pénètre les cellules avec son stylet, il y prélève l'eau et les nutriments nécessaires, ce qui provoque un affaiblissement de la plante hôte. Le nématode à plusieurs stades de développement, il migre et par la suite devient sédentaire pour former une galle, qui le premier symptôme visible. L'infestation par ce nématode favorise le développement d'autres pathogènes. La lutte contre les nématodes peut-être faite par différentes stratégies, la lutte la plus probante utilisée est la rotation des cultures, car les produits phytopharmaceutiques face à ces ravageurs deviennent limités.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 - R. Eder, S. Kienwick - Identification des dégâts de nématodes au champ
Fiche technique Agroscope Changins, Confédération suisse

MOTS CLEFS

Nématodes

RESUME

L'identification d'une attaque par des nématodes est très importante car il ne faut pas la confondre avec d'autres réactions de la culture face à une carence, une zone humide dans une parcelle. La propagation des nématodes dans une parcelle peut se faire d'une zone limitée vers plusieurs foyers ou une zone plus étendue. Le signe caractéristique d'une attaque de nématodes est des foyers de croissance réduits, répartis irrégulièrement sur une parcelle.

Les nématodes peuvent causer des dégâts sur tous les organes de la plante. Pour les nématodes des feuilles, ils provoquent une réduction de croissance des pousses et un jaunissement des feuilles. Ceux qui attaquent les racines provoquent des altérations du système racinaire : un développement plus important des racines secondaires, apparition de galles sur les racines. Ces différentes attaques peuvent aller jusqu'à la mort de la plante.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 - B.B. Westerdhal, A.T. Ploeg, J.O. Becker - How to manage pests, UC Pest Management Guidelines

UC IPM pests Management Guidelines Carrot, UC ANR publication 3438

<http://www.ipm.ucdavis.edu>

MOTS CLEFS

Nématodes, description, lutte

RESUME

Les nématodes sont des organismes microscopiques qui vivent dans le sol et les tissus végétaux. Il existe environ 90 espèces qui peuvent coloniser la carotte. Les effets de ces nématodes sont l'apparition de galles sur les racines. Lors de son second stade le nématode est mobile, ensuite lors de tous les autres il est sédentaire. Les dégâts causés par les nématodes sont des racines fourchus, déformées, ou avec un retard de croissance. Les méthodes pour lutter contre les nématodes sont de laisser le terrain en friche durant une année, de bien nettoyer les équipements, ou encore la solarisation. La décision de faire une application nématicide ne se fait que si les conditions sont réunies, avec la liste des matières actives utilisables.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2013 - Service public de Wallonie - Définition- Meloidogyne
www.nematodes.be

MOTS CLEFS

Nématodes, description

RESUME

Les nématodes Méloïdogyne (nématodes des racines noueuses) sont présents partout dans le monde, ils doivent leur nom aux galles qu'ils induisent. Ils sont principalement sédentaires, sauf à un stade particulier durant lequel ils sont mobiles. Ces nématodes se développent sur 8 stades. La durée du cycle biologique dépend de la température et de la plante hôte. Ces nématodes provoquent une perte de qualité importante des produits récoltés.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ce document est très généraliste, il décrit simplement le nématode et son cycle de vie.

AUTRES

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs, Généralités

REFERENCE DE L'ARTICLE

? – M. Legrand, G. Roy, L. Delanote, A. Delebecq, C. Dereycke, I. Vuylsteke, F. Temmerman -
La carotte

Valoriser l'expérience transfrontalière en Agriculture biologique

MOTS CLEFS

Mouche de la carotte, méthode de culture, méthode de lutte, agriculture biologique

RESUME

Le choix du sol est déterminant pour la mise en place d'une culture de carotte. Différents caractères entre en jeu comme la préparation du sol, la fertilisation, la qualité du semis et le désherbage. Ces différentes actions peuvent permettre la protection de la racine contre les ravageurs et maladies en agriculture biologique. Pour lutter contre la mouche de la carotte il faut faire cela de manière préventive avec la mise en place de voile de protection. Ceux-ci doivent être mis en place avant le premier vol des mouches. L'objectif est de perturber le cycle de développement du ravageur.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

? - SILEBAN, Région Basse Normandie, EMR - Les Taupins

MOTS CLEFS

Taupins, cycle de vie, dégâts, méthode de lutte

RESUME

Il existe 2 catégories de taupins à cycle long (5 ans) et à cycle court (2 ans). L'augmentation des taupins s'est effectuée par la limitation des produits phytosanitaire et la simplification des techniques culturales mais aussi par le développement du taupin à cycle court. En pomme de terre, il y aurait des variétés moins sensibles que d'autres. L'utilisation de culture peu couvrante peut limiter les pontes. Un test de rotation de cultures est fait, la mise en place d'une culture de moutarde d'Inde par la suite une culture de carotte est mise en place. Cette technique réduit les dégâts mais aussi le rendement. L'utilisation du piégeage permet de quantifier le ravageur. La période la plus sensible est de juin à octobre. L'important est de limiter le développement du taupin par le travail du sol pour limiter les pontes. Le piégeage permet de suivre le développement. L'utilisation de tourteau de neem peut faire office d'insecticide.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs, Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

1965 - J. Chod - Transmission of carrot Mosaic virus by aphids
Biologia Plantarum n°8, February 18, 1965, 53-59

MOTS CLEFS

Transmission, sensibilité, pucerons, virus

RESUME

Les pucerons transmettent le virus de la mosaïque de la carotte. Plusieurs espèces de pucerons sont vecteurs de ce virus particulièrement *Caraviella aegopidii*. Il faut 8 à 14 jours d'incubation pour observer visuellement le virus. La sensibilité de la plante dépend du stade de celle-ci. Le virus est transmissible par le puceron 2 minutes après qu'il l'ait absorbé. Les symptômes sont différents d'une plante à une autre.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs, Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

1977 - E. Brunel, G. Caubel, Grill, B. Jouan, J. Le Bohec, F. Leclant, J. Missonier, J. Pelletier, R. Rahn, M. Vieuxtemps - LA CAROTTE : Maladies – Ennemis, Accidents de végétation
Institut National de Vulgarisation pour les Fruits, Légumes et champignons, 1977, 76 pages

MOTS CLEFS

Lutte, dégâts, facteurs

RESUME

Ce livre reprend l'ensemble des maladies (viroses, bactériose, alternaria) et ravageurs (nématodes, mouche, puceron, psylle et collemboles) de la carotte. Chaque pathogène ou ravageur est décrit par les dégâts et symptômes qu'il provoque, les facteurs favorables à son développement et la lutte conseillée.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

La lutte conseillée pour lutter contre les maladies et ravageurs n'est plus d'actualité, mais les descriptions des ravageurs restent intéressantes.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1993 – A.B. Stevenson, J. Chaput - Les insectes ravageurs de la carotte
<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/93-078.htm#anchor838577>

MOTS CLEFS

Mouche de la carotte, cicadelle, charançon, prod conso

RESUME

Il y est décrit les différents ravageurs de la carotte notamment la mouche, le charançon et la cicadelle. Il faut bien identifier les dégâts qui peuvent permettre de donner une indication sur le ravageur.

La mouche de la carotte adulte est de couleur noire d'environ 6mm avec une tête rougeâtre et de longues pattes jaunes, lors de la 3^{ème} mue après la ponte la larve entre dans la racine. Pour la détecter la mise en place de piège jaune gluant est efficace.

Le charançon est brun foncé et mesure environ 6mm. Les infestations débutent au stade 1^{ère} feuille vraie. Les femelles pondant dans les pétioles, les larves par la suite font des galeries dans la racine. Il existe des pièges en bois mais la rotation des cultures reste primordiale.

La cicadelle est très petite et très active. Pour limiter ces ravageurs il faut limiter l'enherbement.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs, Maladies

REFERENCE DE L'ARTICLE

1994 – EPPO - Normes OEPP, Directives sur les bonnes pratiques phytosanitaires cultures ombellifères

Disponible sur <archives.eppo.int/EPPOStandards/PP2_GPP/francais/pp2-22-f.doc>

MOTS CLEFS

Description, lutte, pucerons, nématodes, psylle, maladies, adventices

RESUME

Les directives sur les bonnes pratiques phytosanitaires sur les cultures sont rédigées par l'OEPP et décrit les bonnes pratique d'utilisation des produits phytosanitaire et selon la description des maladies et ravageurs.

Sont décrits le pythium, mildiou, helicobarsidum, Alternaria, Sclérotinia, le Mycocentroposia, le Rhisoctonia, différentes pourritures, virus, noctuelles, pucerons, psylles, nématodes, ainsi que la lutte contre les adventices. Les méthodes de lutte sont également décrites. Il y a aussi un tableau récapitulatif des différentes attaques que peut subir une culture d'ombellifères. Panais, persil et céleri sont également abordés.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ce document est généraliste et regroupe aussi bien les maladies que les ravageurs des ombellifères.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1997 - L.R.E. Hopper - Carrot (*Daucus carota* L.) cultivar resistance to carrot rust fly (*Psila rosae* Fab.) with a note on the seasonal history of the adult and its distribution in Newfoundland

Thesis Master of Science, Memorial university of Newfoundland

MOTS CLEFS

Lutte, cultivar résistant, mouche de la carotte

RESUME

La carotte est une culture bisannuelle, la première année comprend la croissance des feuilles et de la racine, la seconde, la floraison de la plante. La mouche de la carotte est l'un des principaux ravageurs. Elle a été observée pour la première fois au Canada en 1885. Ce document décrit le ravageur, son mode de ponte, de développement et son cycle de vie.

La mouche de la carotte a développé des résistances aux différents produits phytosanitaires utilisés. L'objectif de cette étude est de déterminer la présence d'un mécanisme de résistance. Différents cultivars sont testés et le nombre d'œufs pondus est observé. Un comptage des racines endommagées est fait et un pourcentage d'épiderme attaqué est fait. Il est montré que certains cultivars sont moins attractifs que d'autres. Les infestations sont dues à l'hivernage du ravageur et au développement de la première génération. Cette préférence a été observée en laboratoire mais pas en plein champ.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

1999 - M. Hullé, E. Turpeau-Ait Ighl, Y. Robert, Y. Monnet - Les pucerons des plantes maraîchères, cycles biologiques et activités de vol
ACTA, édition INRA, 1999, 136p

MOTS CLEFS

Pucerons, dégâts, répartition, plantes maraîchères

RESUME

Les pucerons attaquent de nombreuses espèces végétales. Ils sont présents fréquemment sur l'ensemble des cultures. Les pucerons provoquent l'affaiblissement des cultures et sont vecteurs de maladies. Les dégâts sont différents en fonction de l'environnement, de l'importance de l'attaque. Les plantes maraîchères y sont particulièrement sensibles. Ce livre décrit l'ensemble des pucerons ravageurs des plantes maraîchères, notamment la carotte. Pour chaque espèce il fait états des dommages provoqués, précise le cycle biologique, la description morphologique et la répartition géographique.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ce livre décrit très bien les pucerons, et les classe par plantes cultivées, il est ainsi plus facile de repérer l'ensemble des pucerons par espèces.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2004 - Integrated pest management - Mites: Tetranychus urticae and Steneotarsenomus pallidus

IPM Illinois, http://ipm.illinois.edu/fruits/insects/strawberry_mites/index.html

MOTS CLEFS

Acariens, biologie, dégâts, fraise

RESUME

Le tetranychus est de couleur verdâtre et la femelle se différencie avec deux tâches foncées sur le corps. Les femelles passent l'hiver sous leur forme adulte et sous la végétation. Les pontes se font au printemps et il peut y avoir plusieurs générations par ans. Le tarsonème est un autre acarien ravageur de la fraise. Le tetranychus se nourrit de la sève des feuilles et provoque leur mort, il se développe par foyer en temps chaud. Les tarsonèmes eux se nourrissent de jeunes feuilles.

Pour lutter contre ces acariens, il est possible de faire un acaricide si 25% de feuilles sont infestés sur une plante. Une autre possibilité est la mise en place d'acariens prédateurs (Amblyseis). Pour limiter leur développement le changement des lits de cultures peut être une solution. Mais dans tous les cas il n'y a pas de technique préventive.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Cet article décrit le ravageur et son mode d'action, le tetranychus seul nous concerne.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2007 - J. Nunez, T. Hartz, M. McGiffen, E.T. Natwick - Carrot production in California
University of California, Division of Agriculture and Natural resources, Publication 7226

MOTS CLEFS

Description, pucerons, nématodes, technique, lutte

RESUME

La production de carotte en Californie est importante. La Californie produit 85% de la production des Etats-Unis. Elle s'effectue dans différentes régions de la Californie. La demande des consommateurs est d'avoir un légume uniforme et de couleur orange et de taille différente selon l'utilisation prévue. Les différents critères de culture de la carotte sont : le sol, l'irrigation et une fertilisation appropriée en fonction des zones de cultures. Certains accidents de culture peuvent rendre les racines non commercialisables.

L'Integrated pest management (l'organisme de gestion intégrée des ravageurs) offre des conseils sur l'ensemble des traitements et autres luttés contre les ravageurs, champignons et adventices. Il offre aussi des descriptions des différents ravageurs et maladies de chaque culture. Pour la carotte, les ravageurs sont notamment les pucerons, chenille défoliatrice et coléoptères. Ils décrivent aussi les différentes maladies des cultures de carotte et enfin les problèmes de nématodes.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

Ce document concerne la production légumière et non de semences, mais décrit l'ensemble des ravageurs de la carotte.

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2008 - L. Duchovskiene, R. Karkleliene, E. Survilien, R. Starkute - The effect of biopesticide NeemAzal-T/S on the Tetranychus urticae Koch. in carrot seed plants under greenhouse conditions

Lithunian institute of horticulture

MOTS CLEFS

Tetranychus, culture sous serre, acariens

RESUME

Les principaux ravageurs de la carotte en Lituanie sont la depressaria et les pucerons. Pour les cultures sous serres se sont les acariens.

Le tetranychus fait beaucoup de dégâts sur la plante et développe une résistance rapide aux acaricides. Un produit provenant du Neem (arbre) à base de terpénoïdes a de nombreuses propriétés, notamment celle de tuer les acariens. Un essai est mis en place pour observer la réaction des acariens après application de ce produit avec deux doses différentes. La notation effectuée est le pourcentage d'acariens morts. Une observation a été faite avant l'application des produits et à 3,5 et 9 jours après application.

Les résultats montrent l'efficacité du produit bien qu'il n'y ait pas de différence entre les modalités.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2010 - J. MacKenzie, J. Nelson, A. Hammermeister - Pratique de gestion pour le contrôle de la larve de taupin européenne au Canada
OACC, CABC

MOTS CLEFS

Taupins, description, lutte

RESUME

Beaucoup de dégâts sont dus aux larves de taupins. Plusieurs suppositions de lutte ont été émises notamment empêcher les adultes de pondre. Faire des rotations de culture par la mise en place de cultures qui repousserait le taupin et qui permettraient de faire une culture de carotte par la suite. Ou bien la mise en place de culture appétantes autour de la culture commerciale. Le blé en germination aurait un pouvoir très attractif pour les taupins mais cela a seulement été prouvé en laboratoire.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – R. Rouzes - Les taupins, description, biologie et écologie, outils de reconnaissance
Animation technique gestion des sols maraîchers

MOTS CLEFS

Taupins, description, cycle de vie

RESUME

On comptabilise 213 espèces en France dont 14 de l'espèce Agriotes et 4 sont considérées comme ravageurs des cultures. On peut les différencier par l'organe reproducteur mâle. Les taupins ont deux cycles de développement, un long et un court. Les adultes émergent au printemps et ont une activité nocturne. Il peut y avoir de 9 à 13 stades larvaires. Les dégâts les plus importants se font lors de périodes humides, il existe différents ennemis du taupin comme certain champignons, des nématodes, des insectes (carabes) et les oiseaux.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

THEME & MOTS CLEFS (BdD) : Ravageurs

REFERENCE DE L'ARTICLE

2012 – F. Villeneuve - Connaissance et maîtrise de la mouche de la carotte
Le point sur les maladies et les ravageurs, CTIFL, mars 2012, N°3

MOTS CLEFS

Mouche de la carotte, méthode de lutte, carotte consommation

RESUME

La carotte perd très vite de sa valeur dès la présence de la larve de la mouche de la carotte. D'autres ravageurs font des dégâts similaires, attention à bien les identifier. Les adultes émergent au printemps. En condition favorables il peut y avoir jusqu'à deux générations par an, les premières larves apparaissent mi-mai. La mouche de la carotte possède un corps noir, des pattes jaunes et une tête rougeâtre. Une femelle peut pondre jusqu'à 120 œufs, ceux-ci sont blancs. Elle hiverne sous forme de pupes. L'augmentation de la pression se fait par la proximité de haies autour des parcelles. Le piégeage des mouches permet d'obtenir des courbes de vol. Pour lutter contre la mouche de la carotte il reste une substance active utilisable, des modèles de prévision existent. Différentes techniques existent pour réduire la pression mais elles ne permettent pas d'éliminer le ravageur.

CITATIONS / DEFINITION

-

COMMENTAIRES PERSONNELS

-

RAVAGEURS : Synthèse bibliographique

Il existe de nombreux ravageurs de la carotte, les suivants ont été ciblés dans le cadre de cette recherche : acariens, pucerons, psylles, punaises du genre *Lygus*, nématodes, taupins et mouche de la carotte.

Nous devons rassembler le maximum de parutions disponibles sur ces ravageurs, portant sur leur cycle biologique, morphologie, impact sur les cultures, moyens de lutte...

Ces ravageurs ont des conséquences plus ou moins préjudiciables sur les cultures de carotte porte-graine, notamment en termes de rendement et de qualité germinative des semences produites.

- **Articles généralistes**

Les descriptions généralistes concernant les maladies et ravageurs de la carotte sont nombreuses, principalement aux Etats-Unis et en Europe.

Les descriptions peuvent être intéressantes, cependant les moyens de lutte, notamment chimiques, sont souvent inadaptés au contexte actuel de la carotte porte-graine (insecticides interdits en France, études spécifiques à la carotte de consommation).

- **Acariens**

La bibliographie concernant les acariens sur carotte est assez peu fournie, peut-être en raison de leur incidence principalement sur cultures sous abri et non en plein champ.

Dans le cadre de la carotte porte-graine, les dommages concernent principalement le cycle végétatif de la culture - vigueur et développement des plantes mères - et ne portent pas directement sur la formation des graines.

L'impact pourrait être potentiellement important par la perte de plantes mères et donc de rendement. Cependant nous n'avons pas trouvé d'étude spécifique concernant l'impact des acariens sur carotte porte-graine. Ceci semble attester de l'importance relativement faible accordée jusqu'à aujourd'hui à ce ravageur en production de semences.

Les semences de carottes, à l'exception des semences de base, sont produites presque exclusivement en plein champ ce qui limite l'impact des acariens.

Aucune source bibliographique relatant un impact sur les calibres ou la germination des semences produites n'a été trouvée.

- **Nématodes**

Il existe de nombreuses espèces de nématodes appartenant à des genres différents capables de causer des dégâts sur carotte. Elles présentent des caractéristiques biologiques très variées.

La bibliographie fait état de dégâts réels et occasionnellement importants en carotte de consommation.

Par contre nous avons trouvé très peu de parutions faisant le lien entre nématodes et carotte porte-graine. L'impact des nématodes en production de semences ne semble pas clairement établi, au-delà bien-sûr des dommages pouvant être causés sur le développement des cultures.

La raréfaction des nématicides homologués en France et en Europe pourrait induire une montée en puissance de la nuisance des nématodes dans les années à venir. Les rotations

semblent efficaces, le caractère polyphage des nématodes les rendant toutefois difficiles à mettre en place.

- **Taupins**

Les recherches concernant le taupin se sont montrées peu fructueuses. Ils traitent essentiellement de leur description et de leur biologie. Un seul article concernant la lutte contre le taupin en culture de carotte destinée à la consommation est répertorié. Elle consiste à la mise en place d'une rotation de culture ou un entourage de la culture de carotte par une autre culture notamment le blé qui repousserait le taupin mais cela a seulement été mis en place en laboratoire.

- **Mouches de la carotte**

Peu de bibliographie concernant la mouche de la carotte sur carotte porte graine. L'ensemble des documents relatent la description du ravageur et des dégâts qu'elle provoque.

- **Pucerons**

Nous avons trouvé très peu de bibliographie spécifique à la problématique pucerons sur culture de carotte, que ce soit en consommation ou porte-graine. Cela suggère que les dégâts de pucerons sur carotte, et notamment en production de semences ont été jugés jusqu'ici limités.

Les insecticides autorisés jusqu'à présent permettaient un bon contrôle des populations de pucerons, notamment en plein champ. La limitation du nombre d'insecticides autorisés pourrait poser problème.

Les pucerons sont vecteurs de nombreux virus dont certains peuvent impacter la production de semences. Mais nous avons également trouvé très peu de bibliographie à ce niveau.

- **Psylles**

La bibliographie est abondante concernant les relations entre le psylle de la carotte (*Trioza apicalis*) et les cultures de carotte de consommation mais nous n'avons pas trouvé d'études spécifiques à la carotte porte-graine.

Le psylle est un ravageur important des cultures de carotte dans les pays d'Europe du Nord. Il est potentiellement nuisible de deux manières : dégâts directs ou transmission de la bactérie *Candidatus liberibacter solanacearum*.

Les dégâts directs du psylle peuvent être importants de manière ponctuelle puisqu'en cas d'attaque avant le stade quatre feuilles de la carotte il peut y avoir blocage complet de la croissance et destruction de la culture.

Candidatus liberibacter solanacearum peut également provoquer des dégâts foliaires et racinaires importants.

Nous n'avons pas trouvé de bibliographie attestant de la transmission ou non de *Candidatus liberibacter solanacearum* par les graines. Ce point ne semble pas clairement établi.

Le psylle de la carotte est très répandu en Europe du Nord mais sa présence dans nos régions est beaucoup moins abordée par la bibliographie disponible.

Le psylle de la carotte est donc un ravageur préoccupant, à la fois par ses dégâts directs mais aussi car il peut être vecteur de *Candidatus* dont la présence dans les semences poserait problème.

Le psylle et la plante hôte auraient un fonctionnement avec des mécanismes chimiques qui leurs sont propres.

En ce qui concerne le *Bactericera* (un autre genre de psylle), il y a trois espèces qui ressortent le *B. cockerelli*, le *B. nigricornis*, le *B. trigonica*. La documentation traite principalement du *Bactericera cockerelli*. Il a beaucoup été étudié en Australie et USA. Il serait vecteur du Zebra chips sur pomme de terre. Il est exposé différentes méthodes de lutte phytosanitaire ou biologique dans différents articles. Il est spécifié dans la plupart des documents l'importance de trouver des variétés résistantes à ce ravageur.

En revanche il y a très peu de documentation en ce qui concerne la carotte porte-graine ainsi que pour les *Bactericera nigricornis* et *trigonica*. Il est relaté la possibilité que le *Bactericera trigonica* soit présent en Espagne vecteur d'un virus nommé le *stolbur*.

Référence du document : Amarilleos y enrojecimientos en zanahoria : una enfermedad a diagnosticol. Font, P. Abad, M.Albinana, A.I. Espino, E.L Dally, C.Jorda, Bol. San. Veg. Plagas 25 : 405-415, 1999.

- **Lygus**

La bibliographie disponible concernant les relations entre *Lygus* et carotte porte-graine est abondante. Depuis les années 1950 de nombreuses études ont largement démontré l'impact très important de ce ravageur sur la production de semences de carotte, à la fois sur les rendements des cultures et la faculté germinative des semences produites.

Dès 1949 aux Etats-Unis, la relation entre les attaques de *Lygus* et l'apparition de graines sans embryon au sein de la famille des Ombellifères était établie (Flemion, 1949).

Une étude néerlandaise de 1956 (Braak et Kho, 1956) montre que le rendement et la germination peuvent être altérés à plus de 50% chacun suite à une introduction de *Lygus campestris* sous insect proof au moment de l'anthèse des plantes.

Une étude australienne plus récente (Spurr et al., 2011) démontre de la même manière les dégâts causés par une autre punaise phytophage (*Nysius vinitor*) aux cultures de carotte porte-graine.

La piste qui est exposée par différents articles est la lutte contre le *Lygus* par l'utilisation d'un auxiliaire qui se nomme le *Peristenus* mais aussi l'effet négatif qu'il pourrait apporter par une colonisation d'une zone géographique et devenir un ravageur lui-même.

Référence des documents:

- *Peristenus varisa* espec.nov. (Hymenoptera : Braconidae) parasitizing the European Tarnished plant Bug, *Lygus rugulipennis* Poppuis (Heteroptera : miridae), Zool.Med.Leiden 75, p 371-380, 2001
- Interpreting the host range of *Peristenus digoneutis* and *Peristenus relictus* (hymenoptera: braconidae) biological control agents of *lygus* spp. (Hemiptera: Miridae) In North America, P.G.Mason, A.Bruce Broadbent, J.W.Whistlecraft, D.R.Gillespie, Biological Control 57, P94-102 (2011))

Le *Lygus* apparaît donc comme une piste d'investigation dans le cadre de la recherche sur les difficultés actuelles en carotte porte-graine.

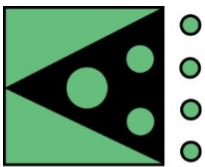
Parmi les informations relevées lors de nos recherches, nous souhaitons notamment souligner les éléments suivants :

- L'importance majeure du stade des plantes au moment de l'attaque : les dégâts sont beaucoup plus importants si les *Lygus* sont introduits avant ou pendant l'anthèse que s'ils sont introduits plus tard (Braak et Kho, 1956)

- Intérêt de la bifenthrine dans la lutte contre le Lygus – efficacité et persistance d'action correctes (Affeldt et *al.*, 2006)
- Existence d'ennemis naturels du Lygus, possibilité de piégeage des Lygus sur des bandes de luzerne disposées au sein des cultures (nombreux articles)



***ACTION 3: RECHERCHE DES SPECIALISTES
POUR LES DIFFERENTS AXES***



FNAMS



ACTION 3 :

RECHERCHE DES SPECIALISTES POUR LES DIFFERENTS AXES

Plusieurs équipes de recherche sont susceptibles d'apporter un appui scientifique et une contribution aux actions de recherche qui s'imposent pour identifier les facteurs à l'origine de ces défauts de rendement et de germination chez la carotte. A cet effet, durant la campagne 2012-2013, plusieurs équipes de recherches ont été contactées en vue d'échanger sur la problématique de l'étude, leur champ de compétence et leur aptitude à s'insérer dans l'étude.

Les questions de pollinisation/ fécondation se présentent comme un sujet d'étude majeur et stratégique à développer. Vegepolys (pôle de compétitivité du végétal, contact : Cécile Abalain (directrice technique)) a été sensibilisé cette étude et en particulier à la problématique de pollinisation. En lien avec les partenaires de l'étude, Vegepolys va mobiliser les spécialistes de pollinisation, identifier les axes de recherches à travailler et donner son appui au montage de projet sur cette thématique.

B Vaissière (INRA Avignon), chercheur spécialiste de la pollinisation apporte son expertise dans une action conduite dans le cadre du programme technique 2011-12 de la FNAMS. Son implication dans le futur programme de recherche sur la pollinisation de la carotte serait très souhaitable et est en cours de discussion.

L'identification des psylles collectés durant de la campagne 2012 en Beauce a été réalisée par D. Ouvrard (chercheur au Museum d'Histoire naturelle de Londres). L'espèce identifiée est le *Bactericera trigonica* Kodkinson. Plusieurs rencontres avec ce chercheur auront permis d'échanger sur la biologie du ravageur et des aspects techniques concernant l'identification, le piégeage et la conservation de ces individus.

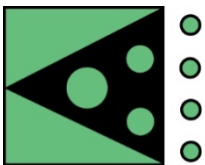
Le Pr. D. Hall et son équipe de l'université de Greenwich (UK) ont été sollicités concernant l'identification et le piégeage des punaises (phéromones *Lygus* spp.).

Les résultats de la 1^{ère} année d'enquête (récolte 2012) ont été présentés aux chercheurs O. Leprince et J. Buitink (IRHS Angers – Pôle semences, stress et pathogènes). Une discussion s'est engagée sur les problèmes d'immaturation des graines à la récolte. L'idée a été lancée de tester et de mettre au point différents indicateurs de maturité (dosage GA3/ABA, ombelliférose, chlorophylle a+b, ...) sur les lots des parcelles récoltés en 2012. Ce travail ne pourra être réalisé qu'à condition d'avoir un stagiaire durant l'été 2013 (non réalisé à ce jour).

Cette première année d'étude, a consisté essentiellement à identifier les facteurs susceptibles d'expliquer les variations de rendement et de faculté germinative. Plusieurs hypothèses à ce sujet ont pu être émises. Cependant il était prématuré de privilégier l'une ou l'autre de ces hypothèses et de chercher à mobiliser une ou des équipes de recherche sur une thématique particulière.



ACTION 4:
ENQUETES EN CULTURES
(récoltes 2012 et 2013)



FNAMS



Sommaire

1. PROTOCOLE D'EXPERIMENTATION	3
1.1. Thèmes étudiés	3
1.2. Dispositif d'enquête	3
1.3. Variables mesurées	4
1.3.1. Variables mesurées pendant le développement végétatif (de la levée à après la reprise de végétation (1 seule année de suivi – récolte 2013)).....	4
1.3.2. Variables mesurées pendant la montaison (1 seule année de suivi – 2013) 6	
1.3.3. Variables mesurées pendant la floraison et la maturation (récolte 2012 et 2013) 7	
1.3.4. Itinéraire technique de la parcelle	11
1.4. Transformations des données	11
1.4.1. Calculs de floraison	11
1.4.2. Calculs des données d'aspiration vers des valeurs théoriques de filet....	13
1.4.3. Calcul du nombre de pollinisateurs par mètre carré	14
2. RÉSULTATS	15
2.1. Rendement et Faculté Germinative	15
2.1.1. Rendement	15
2.1.2. Faculté Germinative (FG)	16
2.2. Conditions climatiques (2012 et 2013)	19
2.3. Données de végétation	21
2.4. Composition chimique des semences	23
2.5. Floraison	25
2.6. Etat sanitaires des plantes (parties aériennes et racines)	27
2.7. Pollinisation	32
2.8. Ravageurs	41
2.8.1. Psylles	41
2.8.2. Punaises.....	42
3. SYNTHÈSE	47
3.1. Rendement et Faculté Germinative	47
3.1.1. Rendement	48
3.1.2. Faculté Germinative.....	48

3.2. Climat	49
3.3. Données de végétation	50
3.4. Composition chimique	50
3.5. Floraison	50
3.6. Maladie	51
3.7. Pollinisation	52
3.7.1. Hybrides	52
3.7.2. Populations.....	53
3.8. Ravageurs	54
3.8.1. Psylles	54
3.8.2. Punaises.....	55
4. CONCLUSIONS	58

Cette action 4 visait à réaliser le suivi d'une dizaine de parcelles de carotte porte-graine, dans le secteur Beauce, durant l'été 2012, dans le but d'identifier les facteurs explicatifs aux problèmes de rendement et de faculté germinative.

Un grand nombre de paramètres ont été mesurés dans ces parcelles et ont été confrontés aux résultats de rendement et de faculté germinative obtenus à la récolte. Cette action a été reconduite durant l'été 2013. Dans ce compte-rendu figurent les résultats des deux années d'étude ainsi qu'une première analyse portant sur ces deux années de résultat. Une analyse approfondie du jeu de données sera fournie dans le rapport technique de la seconde année d'étude.

1. PROTOCOLE D'EXPERIMENTATION

1.1. Thèmes étudiés

A partir de la bibliographie et des précédentes études menées par les acteurs du projet, plusieurs thématiques ont été mises en avant. Dès l'été 2012, le climat, les données de végétation, la composition chimique (plantes, sol, semences), la floraison, les maladies, la pollinisation et les punaises du genre *Lygus* ont été étudiés. Suite aux résultats de la première année d'enquête en culture (récolte 2012) les punaises du genre *Orthops* et les psylles ont été ajoutés aux facteurs étudiés.

1.2. Dispositif d'enquête

Deux années d'enquêtes ont été conduites à ce jour, la première de juin à septembre 2012 et la seconde de septembre 2012 à septembre 2013 (**Tableau 1**).

Le type variétal étudié est la nantaise : population améliorée et hybride.

En 2012, la zone d'étude se situe en Beauce (entre Mer et Châteaudun) ; 10 parcelles agriculteurs ont été suivies : 5 populations et 5 hybrides.

En 2013, le suivi a été réalisé dans deux bassins de production :

- La première se situe en Beauce (secteur Mer et Châteaudun) : 12 parcelles (6 populations et 6 hybrides)
- La seconde se situe dans le Sud-Ouest (Gers et Lot et Garonne) : 5 parcelles hybrides

Tableau 1 : Récapitulatif du dispositif d'enquête, récolte 2012 et 2013

Bassin de production	Type	Nombre parcelles - Récolte 2012	Nombre parcelles - Récolte 2013
Beauce	Hybride	5 (parcelles n°112, 212, 312, 412, 512)	6 (parcelles n°113, 213, 313, 713, 813, 913)
	Population	5 (parcelles n° 612, 712, 812, 912, 1012)	6 (parcelles n° 413, 513, 613, 1013, 1113, 1213)
Sud-ouest	Hybride	-	5 (parcelles n° 1313, 1413, 1513, 1613, 1713)

Pour plus de simplicité, nous nommerons les lignées mâles stériles et mâles fertiles des parcelles hybrides respectivement lignées femelles et lignées mâles. De plus, les ombelles primaires seront notées OI, les secondaires OII et les tertiaires OIII.

1.3. Variables mesurées

Pour la 1^{ère} année de suivi (récolte 2012), l'enquête en culture s'est déroulée sur la période floraison à maturation des graines. En 2013 (2^{ème} année de suivi), l'enquête en culture a débuté dès la levée et s'est achevée à maturité des graines (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Période de notation de l'enquête cultural en en fonction de l'année (2012 et 2013)

Année de récolte	Bassin de production	Développement végétatif (levée – après la reprise de végétation)	Montaison	Floraison – Maturité des graines
2012	Beauce			X
2013	Beauce	X	X	X
	Sud-ouest	X	X	X

1.3.1. Variables mesurées pendant le développement végétatif (de la levée à après la reprise de végétation (1 seule année de suivi – récolte 2013)

Les notations décrites ci-dessous sont réalisées sur chaque lignée si la production est hybride.

1.3.1.1. *Etat général de la parcelle à l'automne et à la reprise de végétation*

Deux observations empiriques des parcelles suivies réalisées fin octobre 2012 et début mars 2013 (reprise de végétation) ont permis de recueillir des données qualitatives sur l'état sanitaire et physiologique ainsi que sur la présence de ravageurs.

1.3.1.2. *Notations avant l'entrée en repos végétatif et après la reprise de végétation*

Ces notations ont été réalisées fin novembre /début décembre 2012 et courant avril 2013

1.3.1.2.1. *Etat de surface du sol*

A proximité des placettes de notations du stade de développement, un cadrat de 0,25 mètre carré (0,5 x 0,5 m) a été positionné sur le sol. Une photo du dispositif était réalisée puis une description de la surface du sol.

Les paramètres décrits sont le faciès (surface fragmentée, croûte structurale, croûte sédimentaire), la rugosité, la surface de la culture, le taux de cailloux ainsi que les caractéristiques des fissures et des trous présents.

1.3.1.2.2. Pucerons et psylles

A proximité des placettes de notations du stade de développement, les plantes de 2 rangs contigus sur 2 mètres linéaires ont été prélevées et ramenées au laboratoire pour être lavées sur une maille permettant de recueillir les pucerons et psylles présents sur le feuillage. Une observation de la maille permet ensuite de donner une note selon le barème présenté dans le [Erreur ! Source du renvoi introuvable.3](#).

Tableau 3 : Barème de notation des pucerons

Classe	Bornes de la classe
0	Pas de puceron
1	1 – 10 pucerons
2	10 – 30 pucerons
3	30 – 100 pucerons
4	>100 pucerons

1.3.1.2.3. Stades de développement

Les plantes de 3 placettes de 2 rangs contigus sur 2 mètres linéaire sont prélevées en vue de mesurer le stade (nombre de feuilles), le diamètre au collet et la longueur racinaire.

1.3.1.2.4. Notations de symptômes et maladies

Sur les plantes précédemment prélevées, une description des symptômes des parties aériennes et souterraines a été effectuée.

Pour chaque symptôme observé, le pourcentage de plantes atteintes (fréquence) et le pourcentage de lésion du ou des organes atteints (intensité) ont été évalués.

1.3.1.2.5. Biomasse des plantes

Après la notation des symptômes, la mesure de biomasse a été réalisée selon le protocole décrit ci-dessous :

- Peser le poids frais total de chaque placette.
- Prendre un sous-échantillon (de minimum 500 g) correspondant à la moitié des plantes (noter le nombre de plantes exactement). L'autre sous-échantillon est conservé pour analyse complémentaire si besoin.
- Sur le sous-échantillon, séparer les racines et les tiges.
- Passer chaque type d'organe au broyeur puis mettre les broyats dans les sacs à étuve.
- Peser le poids frais des racines et des tiges de chaque sous échantillon ainsi que la tare avec une balance précise au 10^{ème} de grammes.
- Mettre à l'étuve à 80°C pendant 48 h.

- Les peser à la sortie de l'étuve : poids sec avec une balance précise au 10ème de grammes.

Suite à la biomasse des plantes effectuée lors du prélèvement d'avril, *i.e.* après la reprise, les sacs pesés à la sortie de l'étuve ont été regroupés par parcelles et expédiés au laboratoire SAS afin d'analyser la composition chimique des tiges et racines (cf.1.3.3.6).

1.3.2. Variables mesurées pendant la montaison (1 seule année de suivi – 2013)

1.3.2.1. *Stades de développement*

Sur 3 placettes de 10 plantes consécutives, la hauteur de chaque plante est mesurée et le stade est défini selon l'échelle décrite ci-dessous (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Descriptifs des stades de la montaison de la carotte porte-graine

Codes stades de la montaison	Stades de la montaison	Descriptifs
M1	DEBUT MONTAISON	élongation de la tige principale, l'ombelle I n'est pas visible
M2	SORTIE DE L'OMBELLE I	ombelle I verte visible et les feuilles l'entourent. Les ombellules sont fermées <i>i.e.</i> les fleurs ne sont pas visibles
M3		ombelle I verte pas complètement étalée et dégagée de ses feuilles. Les ombellules commencent à s'ouvrir.
M4 (ou stade 0 dans descriptif de Rodet & Serpeille)	DEGAGEMENT DE L'OMBELLE I	ombelle I verte étalée et dégagée de ses feuilles. Les fleurs sont visibles et fermées

lorsque 10% des plantes observées sont à l'un de ces stades, le début du stade est atteint
lorsque 50% des plantes observées sont à l'un de ces stades, le stade est atteint

1.3.2.2. *Capture d'insectes*

Cf. paragraphe 1.3.3.3

1.3.2.3. *Etat sanitaire des plantes*

Cf. paragraphe 1.3.3.5

1.3.3. Variables mesurées pendant la floraison et la maturation (récolte 2012 et 2013)

Les notations décrites ci-dessous sont réalisées sur l'ensemble des parcelles du dispositif et sur chaque lignée si la production est hybride.

1.3.3.1. *Structure et architecture de peuplement*

1.3.3.1.1. Densité

Pour les deux années d'enquête, la densité a été effectuée en juin (2012 et 2013), sur 4 placettes de 2 rangs adjacents sur 5 mètres linéaires (avec mesure de l'écartement entre rangs).

1.3.3.1.2. Hauteur

Une semaine sur deux en 2012 et aux stades DF¹OI et FF²OIII (en 2013, la hauteur a été mesurée sur 10 plantes au hasard).

1.3.3.1.3. Architecture

L'architecture des plantes a été réalisée avant la récolte de l'agriculteur, sur les placettes de notations floraison (cf. 1.3.3.2). Ainsi, ont été notés pour chaque plante le nombre d'ombelles et leur positionnement.

1.3.3.2. *Stades de développement*

Sur chaque parcelle, 3 placettes de 5 plantes consécutives ont été positionnées pour le suivi de floraison. Des notations hebdomadaires des 3 placettes (en 2012, alternance entre 1 et 3 placettes notées, d'une semaine sur l'autre) ont été effectuées d'après la description des stades définis ci-dessous :

- Population, lignée femelle et lignée mâle en 2012
- (Bouton floral (BF))
- Début floraison de l'ombelle (DF) : déploiement des tout premiers pétales (= stade 2, d'après Rodet) à la périphérie de l'ombelle.
- Pleine floraison de l'ombelle (PF) : dès que 50% des fleurs de l'ombelle sont au stade 2
- Fin floraison de l'ombelle (FF) : quelques fleurs encore épanouies au centre de l'ombelle

¹ DF : début floraison

² FF : fin floraison

- Remplissage de l'ombelle (R) : dès que l'ombelle est de couleur jaune et que les graines se forment
- Lignée mâle en 2013
 - (Bouton floral (BF))
 - Début floraison de l'ombelle (DF) : déhiscence des anthères dès que les pétales sont entrouverts (= stade 1) à la périphérie de l'ombelle.
 - Pleine floraison de l'ombelle (PF) : dès que 50% des fleurs de l'ombelle sont au stade 1
 - Fin floraison de l'ombelle (FF) : encore quelques fleurs au centre de l'ombelle au stade 1

A chaque date, chaque ombelle de chaque plante a donc été définie en fonction de son stade de floraison.

1.3.3.3. Captures d'insectes

1.3.3.3.1. Méthodes actives

En 2012, les 10 parcelles ont fait l'objet de captures d'insectes par aspiration (aspirateur thermique), et 3 d'entre elles ont bénéficié d'un suivi plus poussé en rajoutant à l'aspiration des captures au filet fauchoir et au parapluie japonais. Pour chaque technique, 3 zones sur populations et 2x2 zones sur hybrides (2 zones sur lignées femelles et 2 zones sur lignées mâles) ont été échantillonnées toutes les semaines. Toutes les captures obtenues sur le terrain ont ensuite été identifiées sous la loupe binoculaire. Plus de 200 échantillons et près de 40 000 insectes ont ainsi été observés et comptés. La capture d'insectes par aspiration est efficace mais chronophage (trilage et élimination des déchets végétaux nécessaire avant observation et identification des individus sous loupe binoculaire)

En 2013, il a été décidé que seul le filet fauchoir serait utilisé, avec, dans la mesure du possible, une détermination directe au champ des insectes ravageurs uniquement.

Description des méthodes :

- Parapluie japonais : 20 battages au pied de la végétation
- Filet fauchoir : 5 séries de 5 coups espacées de 5 pas chacune, soit 25 coups de filet
- Aspirateur thermique : 1 mètre d'aspiration sur 2 pendant 20 mètres, soit 10 mètres d'aspiration au total

1.3.3.3.2. Pièges à phéromones *Lygus*

Lors du suivi d'été 2013, plusieurs pièges à phéromones sexuelles *Lygus* ont été placés pour capturer des individus mâles uniquement.

Deux types de phéromones ont été utilisés, des phéromones spécifiques à l'espèce *Lygus rugulipennis* (notées LR) et d'autres spécifiques à *Lygus pratensis* (notées LP).

Deux structures nous ont fourni ces phéromones. L'université anglaise de Greenwich, par l'intermédiaire du Pr. David Hall, nous a transmis des capsules des deux types et des capsules LR ont été commandées sur le site de vente en ligne anglais Agralan Ltd.

Trois parcelles du dispositif de suivi ont été choisies pour tester ces pièges, deux hybrides (313 et 813) et une population (413). Sur les deux hybrides, des pièges LR d'Agrolan ont été installés, un au bord de chaque parcelle et un autre au centre. Sur la population, deux

pièges LR et deux pièges LP de l'université de Greenwich ont été placés selon le même schéma, *i.e.* un au bord et un au centre.

Le relevé de ces pièges a eu lieu à chaque visite hebdomadaire et le changement de capsule toutes les quatre semaines. La période de piégeage s'est étendue de fin mai à fin août.

1.3.3.4. *Comptages de pollinisateurs*

De manière hebdomadaire et à l'échelle de la parcelle, sur 3 zones sur populations et 2x2 zones sur hybrides (2 zones sur lignées femelles et 2 zones sur lignées mâles), des comptages de pollinisateurs ont été effectués. Pour chaque comptage, 100 ombelles sont observées au hasard et sur chacune, le nombre de pollinisateurs sauvages (bourdons, diptères, abeilles sauvages) et le nombre d'abeilles domestiques avec et sans pelotes de pollen sont dénombrés. Cette technique d'échantillonnage est tirée du protocole FAO de Vaissière et *al.* de 1991.

En complément l'environnement des parcelles du dispositif a été décrit (cultures limitrophes, éléments paysagers (haie, bois, fossé,...))

1.3.3.5. *Etat sanitaire des plantes*

1.3.3.5.1. Notation maladie

En 2012, chaque semaine, une note (0 = 0 % d'attaque ; 1 = <1 % ; 2 = 1 à 10 % ; 3 = 10 à 50 % ; 4 = >50 %) pour chaque type de symptôme/maladie a été donnée à l'échelle de la parcelle.

En 2013, un suivi hebdomadaire plus précis a été effectué sur des placettes afin d'estimer la fréquence de plantes atteintes et l'intensité d'attaque. Ce suivi a été réalisé sur les 3 placettes de 5 plantes consécutives du suivi des stades de développement (cf. 1.3.3.2) plus les 5 plantes consécutives du rang contigu.

1.3.3.5.2. Prélèvement de plantes

Sur chaque parcelle, en juillet 2012, et en juin et juillet 2013, 30 plantes (5 plantes prélevées dans 6 zones de la parcelle) ont été prélevées.

Sur ces prélèvements, il a été noté tous les symptômes sur racines et tiges, avec le nombre de plantes atteintes et l'intensité d'attaque. Plusieurs plantes pour chaque prélèvements ont été analysées (FREDON Centre, Orléans, SNES et LDA 33).

1.3.3.6. *Biomasse et diagnostic de nutrition minérale des plantes (parties aériennes + racines)*

En 2012, la biomasse et le diagnostic de nutrition minérale des plantes ont été réalisés au stade PFOII (début juillet). En 2013, ces notations se sont déroulées après la reprise de végétation (fin avril en Beauce et début avril dans le Sud-ouest)

Pour estimer la biomasse des plantes (parties aériennes et racines) (cf. 3.1.1.2.5), 3 placettes de 2 rangs adjacents sur 1 m de longueur ont été prélevées sur chaque parcelle. Après la

mesure de cette variable, les prélèvements ont été transmis au laboratoire d'analyse SAS pour un diagnostic de nutrition minérale.

Les analyses chimiques réalisées sur les plantes:

- Azote total méthode Dumas
- Phosphore total/EXTR type 10
- Potassium total/EXTR type 10
- Calcium total/EXTR type 10
- Magnésium total/EXTR type 10
- Sodium total/EXTR type 10
- Cuivre total/EXTR type 10
- Zinc total/EXTR type 10
- Manganèse total/EXTR type 10
- Fer total/EXTR type 10
- Bore total/EXTR type 10
- Soufre total et humidité résiduelle 50°C/130°C

1.3.3.7. *Diagnostic de nutrition minérale et physique du sol*

En 2012, le prélèvement de sol a été réalisé au stade PFOII (début juillet). En 2013, ce prélèvement s'est déroulé après la reprise de végétation (fin avril en Beauce et début avril dans le Sud-ouest)

Le prélèvement de sol pour l'analyse s'articule autour d'un cercle de rayon de 5 à 15 mètres sur lequel 15 carottages sur un horizon de 0 – 25 cm sont réalisés. Après mélange des 15 carottages, un sous-échantillon d'environ 500 g de terre est envoyé au laboratoire SAS pour analyse physico-chimique:

- Granulométrie 5 fractions AVEC décarbonatation (la texture du sol permettra d'estimer la réserve utile)
- pH eau et pH KCl
- Carbone organique et matières organiques ($MO=Cx1.72$)
- Calcaire total
- P₂O₅ assimilable méthode OLSEN
- 3 cations échangeables : K₂O, CaO et MgO
- CEC, méthode Metson, avec calculs des taux de saturations partiels et total
- Azote total méthode Dumas sur appareillage ELEMENTAR (NTE) et calcul rapport C/N
- Cuivre, Manganèse et Zinc biodisponibles extrait à l'EDTA
- Bore assimilable extrait à l'eau bouillante, méthode SAS

1.3.3.8. *Diagnostic de nutrition minérale sur semences*

En 2012 et 2013, le diagnostic de nutrition minérale a été réalisé sur échantillon du lot agriculteur obtenu après triage

Les analyses chimiques réalisées sur les semences:

- Azote total méthode Dumas
- Phosphore total/EXTR type 10
- Potassium total/EXTR type 10

- Calcium total/EXTR type 10
- Magnésium total/EXTR type 10
- Sodium total/EXTR type 10
- Cuivre total/EXTR type 10
- Zinc total/EXTR type 10
- Manganèse total/EXTR type 10
- Fer total/EXTR type 10
- Bore total/EXTR type 10
- Soufre total et humidité résiduelle 50°C/130°C

1.3.3.9. Récolte

1.3.3.9.1. Placettes de récolte

Quelques jours avant la récolte de l'agriculteur multiplicateur, trois placettes de 2 rangs sur 3 mètre linéaires ont été récoltées manuellement en séparant les ombelles I, II et III. Sur tous les échantillons récoltés, Labosem a déterminé le poids brut et net, le PMG, la faculté germinative et la typologie des semences.

1.3.3.9.2. Récolte agriculteur

Les agriculteurs ont transmis un échantillon brut de la parcelle récoltée à la FNAMS. Sur ces lots bruts, Labosem détermine le poids brut et net, le PMG, la faculté germinative et la typologie des semences.

1.3.4. Itinéraire technique de la parcelle

Pour les deux années de récolte, un questionnaire a été renseigné par l'agriculteur pour connaître l'itinéraire cultural de la parcelle (modalités d'implantation, fertilisation, traitements phytosanitaire, irrigation, date/ positionnement des ruches...).

1.4. Transformations des données

Les deux enquêtes culturales 2012 et 2013 du projet ne sont pas des expérimentations comme le sont, par exemple, les essais spécifiques punaises et psylles. De ce fait, les très nombreuses données recueillies doivent être profondément manipulées et les interactions entre les paramètres échantillonnés sont conséquentes et souvent invisibles au premier abord. Une remise en forme complète de la plupart des données a donc été effectuée afin de réaliser des analyses statistiques.

1.4.1. Calculs de floraison

Le calcul des stades de floraison nous permet d'obtenir des dates clés dans l'interprétation des données qui gravitent autour de cette floraison (en particulier la pollinisation). Ainsi, nous cherchons à déterminer sur quelle période de temps nous allons retrouver la part la plus

importante de nos ombelles en fleurs, tout comme nous allons détailler cette période en fonction des ordres d'ombelles I, II et III.

Différentes périodes sont définies pour exprimer de la manière la plus pertinente possible la floraison, soit :

- 50 % des OI ont franchi le stade DF jusqu'à 50 % des OI ont franchi le stade FF
- 50 % des OII ont franchi le stade DF jusqu'à 50 % des OII ont franchi le stade FF
- 50 % des OI ont franchi le stade DF jusqu'à 50 % des OIII ont franchi le stade FF (alors définie comme la période de floraison d'une parcelle donnée)
- l'après floraison, *i.e.* période suivant 50 % des OIII ont franchi le stade FF

Pour rappel, chaque semaine pendant la floraison, 5 plantes x 3 placettes par parcelle ont vu leurs ombelles être caractérisées par leur avancement dans la floraison. De ce fait, il est possible de calculer pour chaque parcelle, pour chaque date de notation, pour chaque ordre d'ombelle et pour chaque stade de floraison (DF, PF, FF, R), le pourcentage moyen d'ombelles en fleurs. Par exemple :

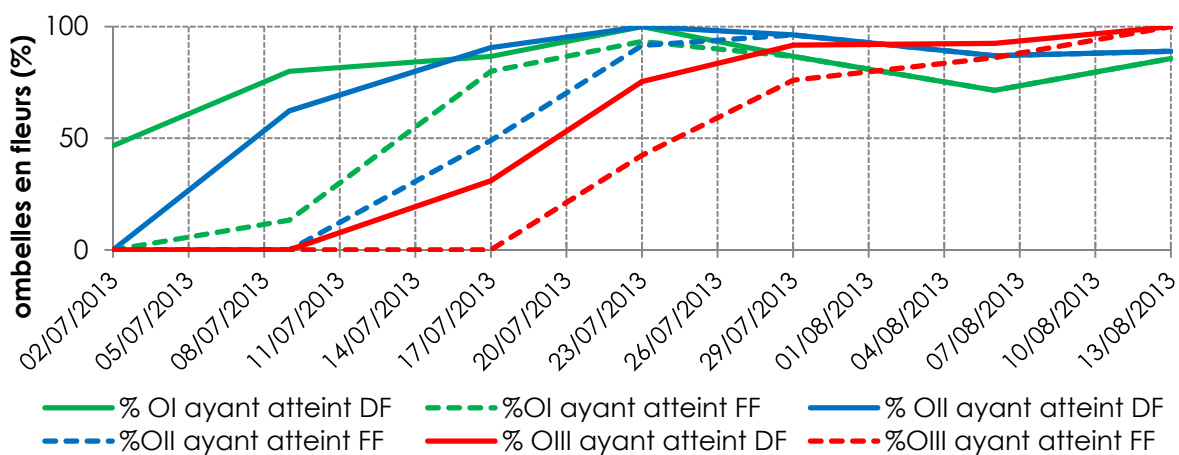


Figure 1 : Pourcentage d'ombelles en fleurs en fonction de la date et de l'ordre d'ombelle

Il est donc possible, pour chaque stade de floraison, de définir une date. Par exemple, la date de 50 % OII ayant atteint FF (bleu pointillés) est le 17/07/2013.

Cas particuliers

Les données de 2012 sont malheureusement partielles en ce qui concerne les dates des différents stades des OI et parfois des OII. Cela est dû à la précocité de la floraison en 2012 (comparé à 2013) et au début des notations qui a été retardé par la mise en place du projet et donc de l'échantillonnage. Ces données étant partielles, deux choix s'offrent à nous : nous n'utilisons pas ces données ou bien nous tentons de calculer les dates de floraison. Dans ce second cas, c'est donc une estimation, ce qui implique qu'il puisse y avoir un biais plus ou moins important, le but étant de proposer un calcul le plus cohérent et pertinent possible afin de limiter ce biais.

Ce calcul pour 2012 se base sur un essai mené sur la station FNAMS de Brain-sur-l'Authion (49) où 3 variétés de carotte de type population ont été étudiées en 2011-2012. Des observations en matière d'architecture et de dynamique de mise à fleur ont été effectuées. A partir des résultats de cette expérimentation il a été observé que la dynamique de mise à fleur, à l'échelle de la plante, apparaît relativement stable d'une variété à l'autre. Il a aussi été

déterminé que la mise à fleur des OII se produit 10 à 12 jours après DF de l'OI et que celle des OIII se produit 15 à 16 jours encore plus tard.

A partir de ces résultats, nous avons calculé plante par plante et sur le même principe que décrit précédemment, les dates de floraison théorique de 2012.

Pour quelques parcelles de 2013 la problématique est identique, c'est-à-dire que le 50 % OI DF a été raté à quelques jours près. Des notations de montaison à 2 ou 3 dates de juin 2013 ont été réalisées pour mesurer la hauteur des plantes et les dates d'apparition et stades des OI et OII. Nous avons donc un « point 0 », une date où nous savons que les OI n'ont pas commencé leur DF. Cette date nous sert à estimer, en la replaçant sur le graphique de floraison, le 50 % OI DF. Par exemple :

La première date de notation est le 25/06/13 mais nous sommes déjà à presque 60 % OI DF (Figure 2). A partir de nos données de montaison nous savons qu'à partir du 11/06 les toutes premières OI ont dû commencer à fleurir. En incluant cette date sur le graphique, nous pouvons obtenir notre 50 % OI DF à la date du 23/06/13 (Figure 3).

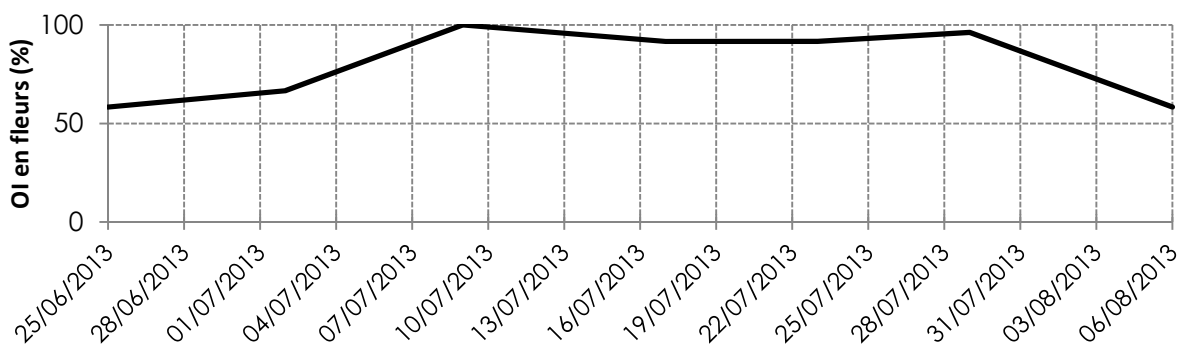


Figure 2 : Pourcentage d'ombelles I ayant atteint le stade DF en fonction de la date, récolte 2013.

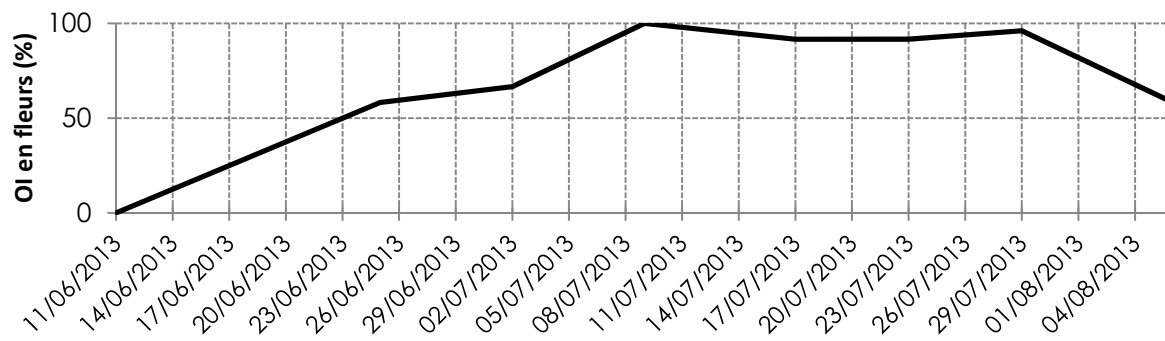


Figure 3 : Pourcentage d'OI ayant atteint DF en rajoutant la date « 0 OI en fleurs », récolte 2013.

1.4.2. Calculs des données d'aspiration vers des valeurs théoriques de filet

En 2012, 3 parcelles (2 hybrides et 1 population) ont été échantillonnées à l'aide de 3 méthodes différentes : aspirateur thermique, filet fauchoir et parapluie japonais. Le reste des parcelles de 2012 l'ont été par aspirateur uniquement.

La méthode du filet s'est avérée être la plus pratique à mettre en place sur le terrain, elle a donc été retenue comme méthode d'échantillonnage unique pour 2013.

Il nous faut donc déterminer une équation pour passer de nos valeurs d'aspiration de 2012 à une valeur théorique de filet fauchoir, dans le but de comparer les résultats de 2012 et 2013. Les données des 3 parcelles de 2012 nous ont permis d'obtenir 2 équations pour nos valeurs de punaises et de psylles.

Afin de calculer ces équations, nous n'avons retenu que les dates d'échantillonnage où nous avons réalisé 2 ou 3 répétitions et éliminé du calcul les répétitions uniques, trop sujettes à des variations d'échantillonnage à l'instant t . Ces valeurs de 2 ou 3 répétitions ont fait l'objet d'un simple calcul de somme et ont ensuite été agencées sous la forme d'un nuage de point à partir duquel nous avons déterminé le coefficient de détermination R^2 et l'équation associée (Figure 4).

Nous avons ainsi obtenu :

- (1) Filet fauchoir $PUNAISES = 0,434$ Aspiration avec un $R^2 = 0,787$
- (2) Filet fauchoir $PSYLLES = 0,743$ Aspiration avec un $R^2 = 0,520$

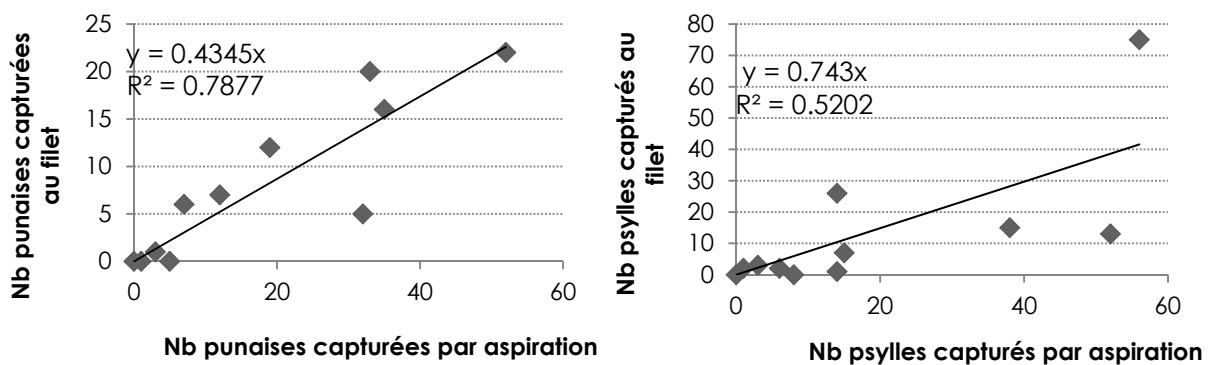


Figure 4 : Nuages de points du nombre d'insectes (punaises et psylles) capturés par aspiration et au filet, chaque point représentant une date d'échantillonnage, récolte 2012.

1.4.3. Calcul du nombre de pollinisateurs par mètre carré

Comme indiqué précédemment, les comptages de pollinisateurs ont été effectués sur 100 ombelles par répétition. Cependant, ces données seraient plus pertinentes si nous pouvions les lier d'une part à la densité de végétation et d'autre part au pourcentage d'ombelles en fleurs au moment de l'échantillonnage. En effet, cela revient à se demander si la probabilité d'observer un pollinisateur sur une ombelle est plus forte quand il y a, globalement, peu d'ombelles en fleurs et que la densité de végétation est faible. De même, un comptage de pollinisateur peut-être élevé à un instant t , s'il n'y a aucune fleur à polliniser, cette abondance d'insectes sera inutile.

Pour calculer le nombre de pollinisateurs par mètre carré, nous utilisons le calcul de floraison expliqué précédemment.

Ainsi, pour chaque date de notation, nous obtenons par ce calcul de floraison le nombre d'ombelles en fleurs par plante. Etant donné que nous avons dénombré un nombre de pollinisateurs pour 100 ombelles nous pouvons établir un ratio du nombre de pollinisateurs pour 1 ombelle. A partir de ces deux types de données, nous pouvons calculer le nombre de pollinisateurs par plante et, en connaissant la densité de plantes au mètre carré qui a été mesurée sur le terrain, extrapoler notre valeur de pollinisateurs.

Par exemple : le 25/07/2013, sur la parcelle 1213, 19 pollinisateurs sauvages ont été comptés sur 100 ombelles et une moyenne de 10,25 ombelles en fleurs par plante a été notée sur nos placettes. La densité est de 16,7 plantes par mètre carré. Nous avons donc,

$[(19/100)*10,25] = 1,95$ pollinisateurs sauvages par plante, et
 $(1,95*16,7) = 32,6$ pollinisateurs sauvages par mètre carré.

2. RÉSULTATS

Pour rappel, 10 parcelles en 2012 et 12 parcelles en 2013 ont été suivies en Beauce, ainsi que 5 parcelles en 2013 dans le Sud-Ouest (**Tableau 1**).

Dans cette partie, les liens statistiques entre variables sont étudiés à de nombreuses reprises par l'intermédiaire de tests de corrélation et de régression. Les corrélations r_s sont obtenues grâce au test de Spearman et elles permettent de vérifier la solidité de la relation entre deux variables. Les régressions sont déterminées par une valeur de coefficient de détermination R^2 qui exprime le pourcentage de variation de y en fonction de x . Ceci permet de voir si une variable y est dépendante ou non d'une variable x .

2.1. Rendement et Faculté Germinative

2.1.1. Rendement

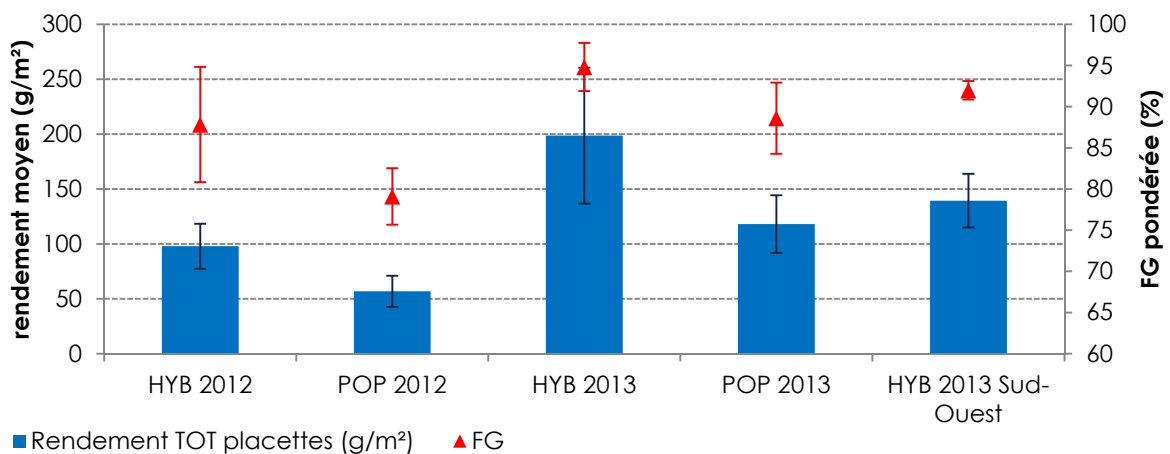


Figure 5 : Rendement et FG pondérée moyens des placettes en fonction du type hybride ou population, de l'année et de la zone géographique ; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

Le rendement et la FG pondérée (cf. paragraphe suivant sur la Faculté Germinative), sont globalement plus élevés en 2013 par rapport à 2012 (**Figure 5**). De même, La FG est supérieure pour les parcelles Hybrides.

Le rendement l'est aussi, mais il est bon de préciser que l'unité est le g/m^2 . Cette unité est due au fait que nous avons récolté manuellement des placettes de plus ou moins 3 mètres carrés (en fonction de l'écartement entre rangs). Nous avons donc pu convertir directement en g/m^2 . Dans ce cas-là, les lignées femelles des parcelles hybrides sont, logiquement, plus productives que sur populations où il n'y a pas de différenciation mâles/femelles. Si nous avons voulu exprimer les résultats de rendement en kg/ha , il nous aurait fallu multiplier notre résultat en g/m^2 par dix mais aussi multiplier par le rapport [femelles/ (mâles+femelles)] de chaque parcelle hybride.

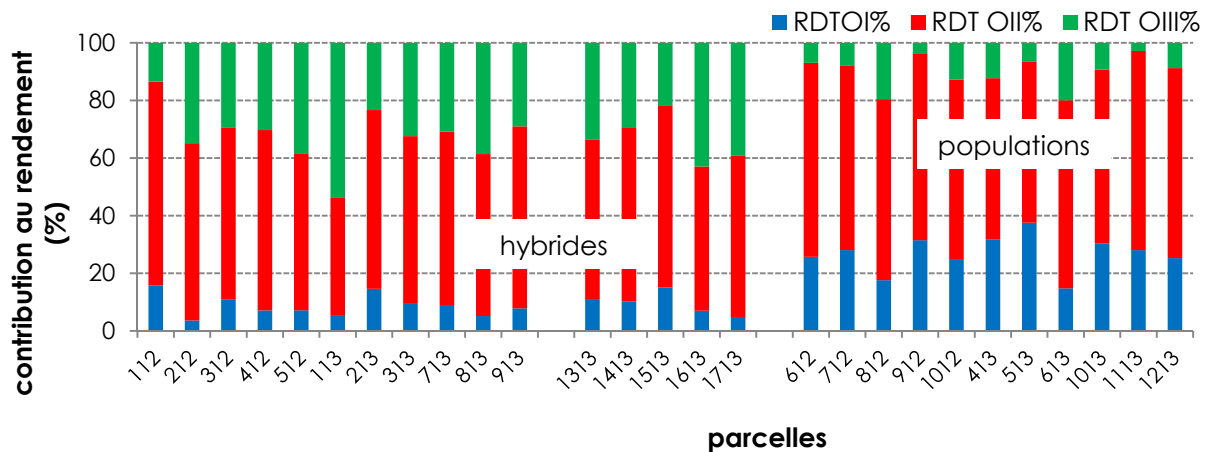


Figure 6 : Contribution des ordres d'ombelles dans le rendement total des placettes; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

Tableau 5 : Contribution moyenne par ordre et type Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

Contribution (%)	OI	OII	OIII
Hybrides	8,9	57,8	33,4
Populations	27,7	62,1	10,2

Nous constatons que les OII contribuent le plus au rendement total, quelque soit l'année ou le type de parcelle (**Tableau 5**). En revanche, la contribution des ordres OI et OIII est différente en fonction du type. Ainsi, les OIII sont plus productives sur les parcelles hybrides et inversement sur les populations. Le schéma est contraire en ce qui concerne les OI. Il est malgré tout à noter qu'il y a une certaine variabilité entre les parcelles (**Figure 6**).

2.1.2. Faculté Germinative (FG)

Pour exposer les résultats de Faculté Germinative, nous utiliserons la FG moyenne pondérée plutôt que la FG moyenne (*i.e.* la moyenne arithmétique de la FG des ordres d'ombelles I, II et III.)

La FG moyenne pondérée est la moyenne de la FG des ordres d'ombelles I, II et III mais en prenant en compte le pourcentage de contribution de ces trois ordres au rendement. Ainsi, plus un ordre contribue fortement au rendement total, plus sa FG moyenne aura de poids dans le calcul de la FG moyenne pondérée, contrairement à la moyenne arithmétique.

Équation 1 : Calcul de la Faculté Germinative moyenne pondérée

$$FG_{\text{moyenne pondérée}} = \frac{[FG_{OI} \times (\frac{Rdt_{OI}}{Rdt_{TOT}} \times 100)] + [FG_{OII} \times (\frac{Rdt_{OII}}{Rdt_{TOT}} \times 100)] + [FG_{OIII} \times (\frac{Rdt_{OIII}}{Rdt_{TOT}} \times 100)]}{100}$$

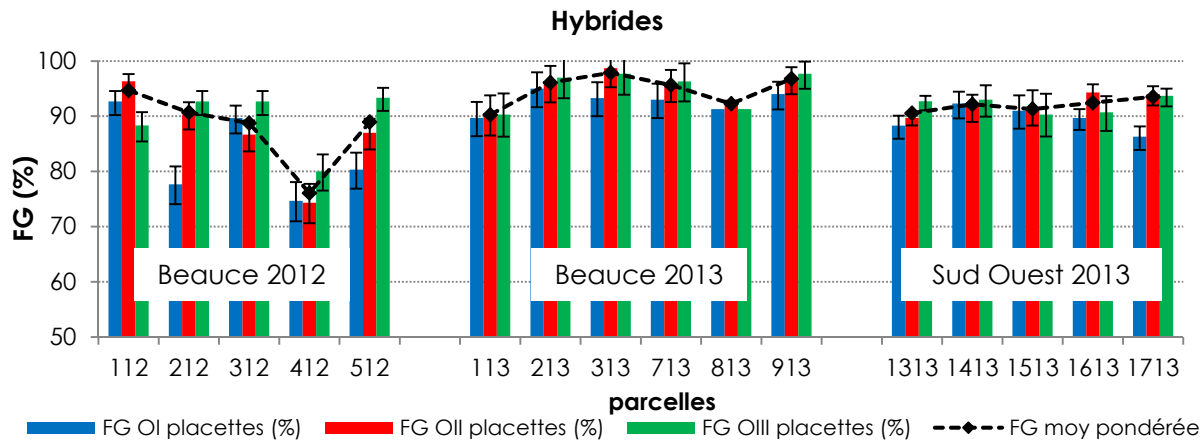


Figure 7 : FG des placettes par ordre d'ombelles pour les parcelles hybrides; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

Sur les parcelles hybrides, les FG de 2012 sont surtout marquées par la parcelle 412 qui a fait un très mauvais résultat (Figure 7). La variabilité de FG entre les ordres est parfois très prononcée en 2012. Par ailleurs, il est très intéressant de noter que, presque systématiquement (13 parcelles sur 16), la FG des OI est moins bonne que celle des OIII.

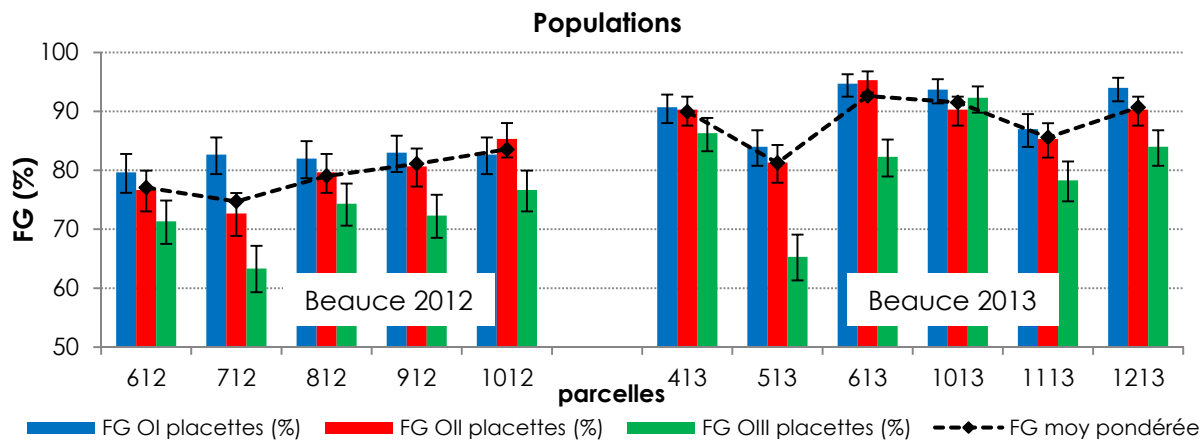


Figure 8 : FG des placettes par ordre d'ombelles pour les parcelles populations ; Beauce, récolte 2012 et 2013.

Par rapport aux parcelles hybrides, nous observons plus de variabilité entre les ordres et les parcelles sur populations (Figure 8), surtout en comparant uniquement les parcelles de 2013. Nous remarquons aussi que, à l'inverse des hybrides, ce sont les OIII qui affichent les moins bonnes FG. Plus précisément, ces OIII sont souvent (7 parcelles sur 11) caractérisées par une mauvaise FG, *i.e.* inférieure à 80%. Cependant, ce résultat est fortement influencé par les 5 parcelles de 2012.

Au contraire, les FG des OI sont, sauf exceptions (2 parcelles sur 11), les meilleures des trois ordres.

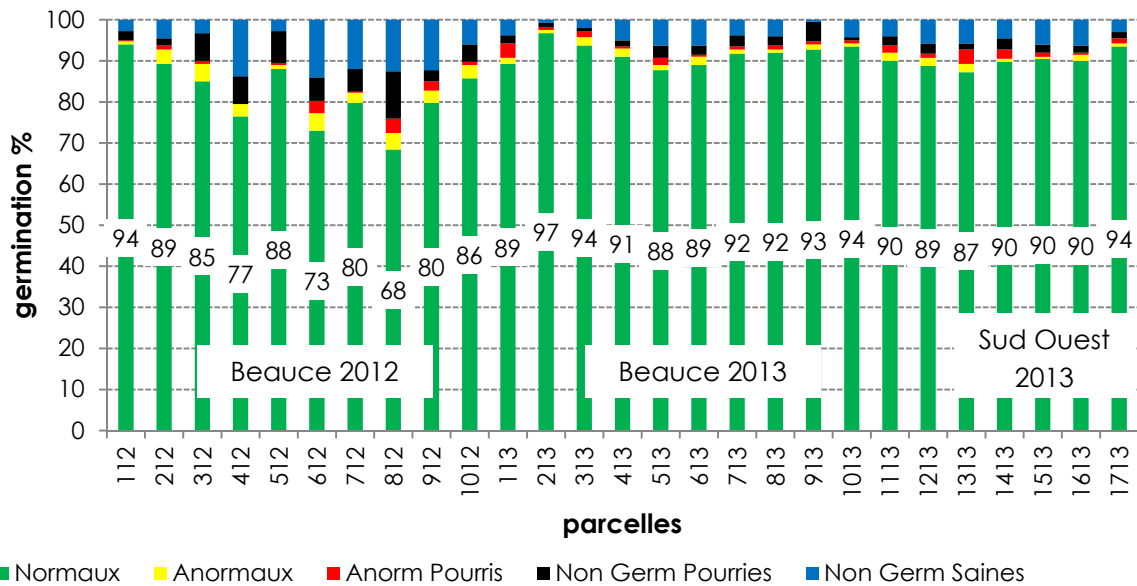


Figure 9 : FG et typologie partielle ; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

La typologie partielle des semences (Figure 9) permet de voir que la part la plus importante des problèmes de germination est due aux semences non germées et, dans la plupart des cas, des non germées saines.

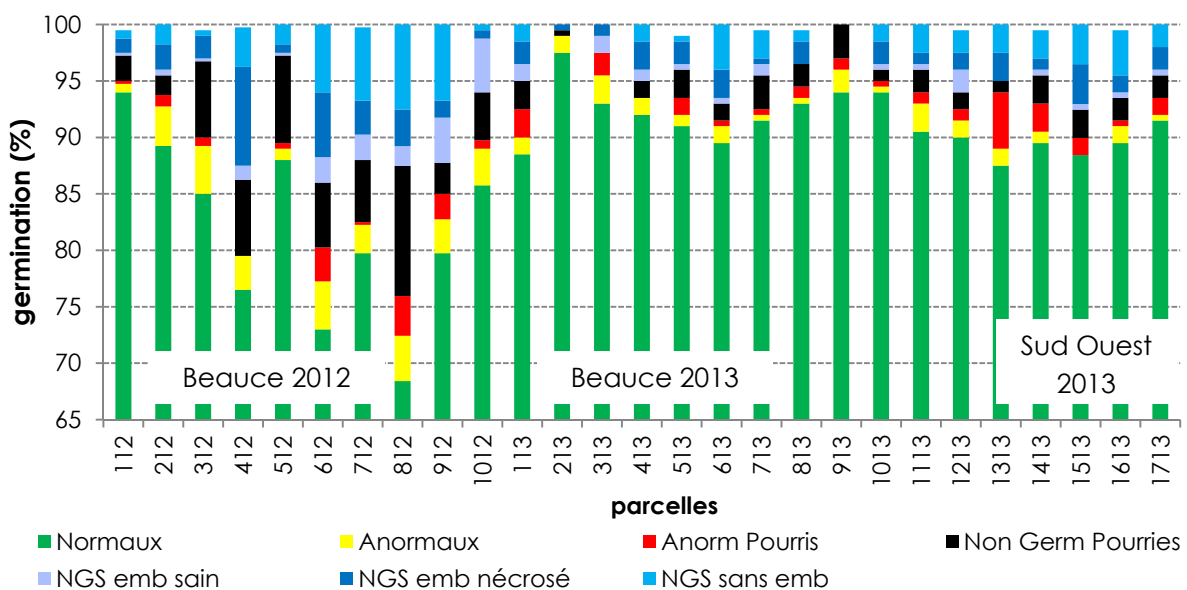


Figure 10 : FG et typologie; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

La Figure 10 montre le détail de la typologie des semences non germées saines (NGS), i.e. NGS à embryon sain, NGS à embryon nécrosé et NGS sans embryon. En règle générale, la plus grande partie des NGS est à mettre à l'actif des embryons nécrosés et des sans embryons. Entre ces deux types de NGS, la proportion est souvent assez comparable pour une parcelle donnée.

Il est à noter sur cette figure que plusieurs parcelles n'atteignent pas une germination de 100%. Cela est dû au fait que les données présentées n'intègrent que les NGS à 0 ou 1

embryon et excluent celles à 2 embryons qui représentent, pour l'ensemble des parcelles étudiées, un très faible pourcentage.

2.2. Conditions climatiques (2012 et 2013)

A l'échelle de la saison, la courbe des températures de 2013 est souvent en dessous de celle de 2012 (**Figure 11**). Cependant, le mois de février 2012 a été particulièrement rigoureux avec notamment la première décade du mois où la température journalière moyenne était de -6°C en Beauce et -4,1°C dans le Sud-Ouest (**Tableau 6**). En comparaison, pendant la décade la plus froide de 2013, la température était respectivement de 0,3°C et 1,5°C.

En ce qui concerne les précipitations, il a, en moyenne, plus plu en 2013 du stade levée (septembre) jusqu'au stade reprise (mars). Ensuite la montaison et la floraison (avril à juillet) ont été en moyenne moins arrosées à Blois en 2013, et inversement à Châteaudun. Cette observation est cependant à préciser puisque nous observons sur la Figure 13 que la pluviométrie importante des mois de juin et juillet à Châteaudun a principalement été apportée sur deux fois deux journées, à cause des importants orages qui ont éclatés.

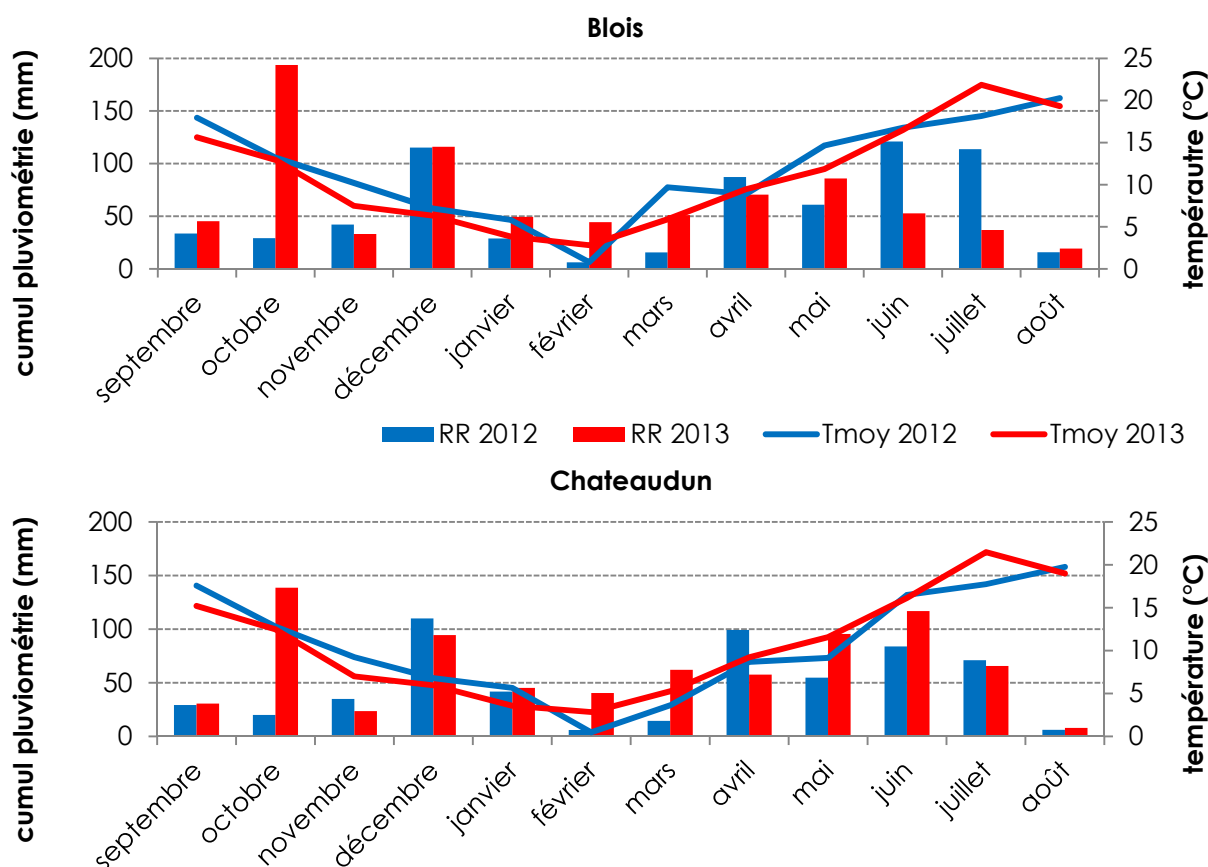


Figure 11 : Données météorologiques moyennes mensuelles 2012 et 2013 pour les stations de Blois et Châteaudun.

Tableau 6 : Température moyenne de la décade la plus froide de 2012 et 2013 en Beauce et dans le Sud-ouest (Condom).

Température moyenne	Décade la plus froide de l'année
---------------------	----------------------------------

2012 (du 01/02/2012 au 11/02/2012)
 2013 (du 21/02/2013 au 01/03/2013)

Beauce	Sud-Ouest (Condom)
-6 °C	-4,1 °C
0,3 °C	1,5 °C

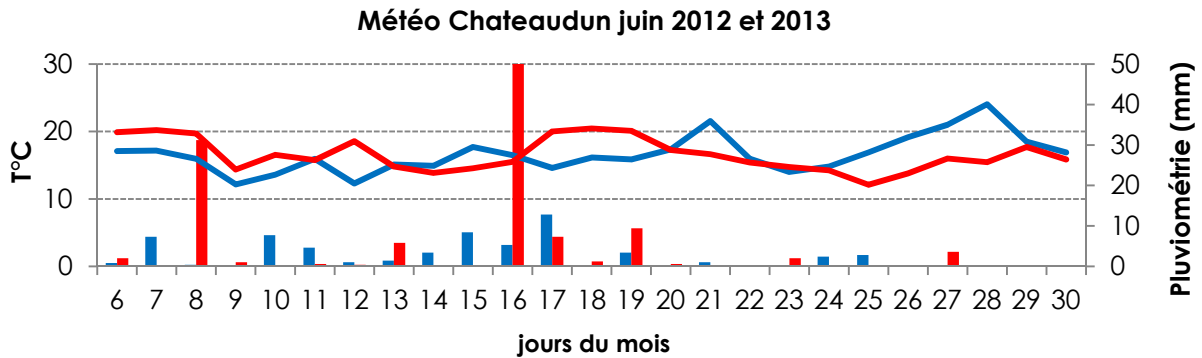
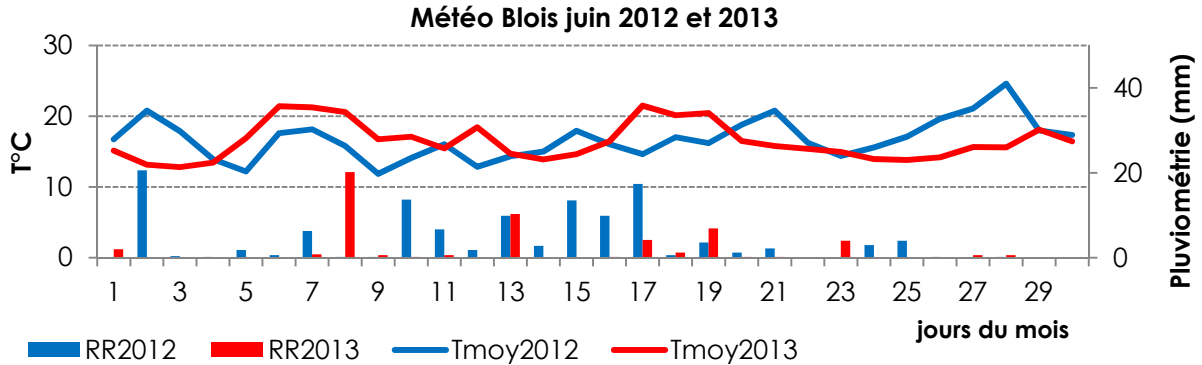


Figure 12 : Données météorologiques journalières de juin 2012 et 2013 pour les stations de Blois et Châteaudun.

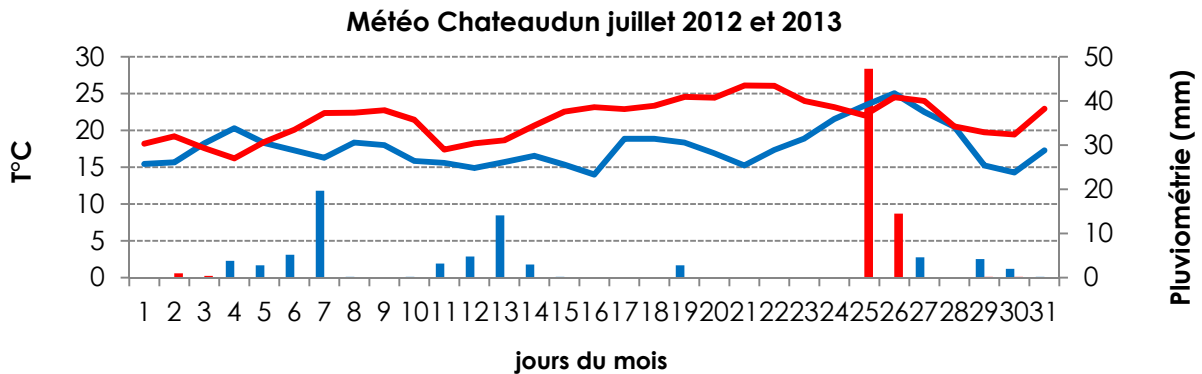
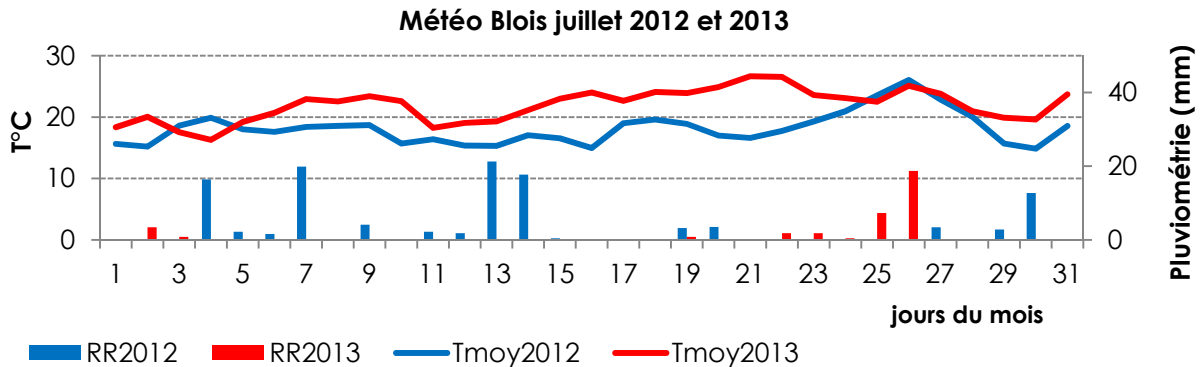


Figure 13 : Données météorologiques de juillet 2012 et 2013 pour les stations de Blois et Châteaudun.

Tableau 7 : Données de pluviométrie pour les mois de juin et juillet 2012 et 2013, stations de Blois, Châteaudun et Condom.

Pluviométrie		JUN			JUILLET		
		Blois	Châteaudun	Condom	Blois	Châteaudun	Condom
Nb jours pluie	2012	24	22		18	16	
	2013	16	19	13	12	6	5
Nb jours > 5mm	2012	8	6		5	2	
	2013	3	5	5	2	2	0

La météo a été très différente entre 2012 et 2013 pendant la période de floraison. Cependant, le mois de juin 2013 n'a pas non plus bénéficié de conditions climatiques propices (**Figure 12**). Les températures ont été globalement comparables à 2012, par contre la pluviométrie était moindre (**Tableau 7**). Il est quand même à noter que les données climatiques sont relativement différentes, pour la même année, entre les deux stations de Beauce de Blois et Châteaudun.

La principale différence de météo se situe au mois de juillet. En effet, alors qu'en 2012 les conditions climatiques ont continué à être mauvaises, en 2013, la température était supérieure et la pluviométrie inférieure (**Figure 13**).

Tableau 8 : Matrice de corrélations entre les données de rendement et FG, et les données de pluviométrie de Beauce, 2012 et 2013

Corrélations	Rendement total placettes (g/m ²)	FG moyenne pondérée placettes
Moy. journalière Précipitations (RR) entre 50%OIDF et 50%OIIIF (mm)	-0,587**	-0,530*
Nbre jours Précipitations (RR)>5mm entre 50%OIDF et 50%OIIIF	-0,603**	-0,574**

* : valeur significative (seuil 5%) ** : valeur hautement significative (seuil 1%)

La matrice entre les données de rendement et FG et la pluviométrie nous indique des corrélations négatives significatives, dont trois le sont hautement d'un point de vue statistique (**Tableau 8**).

2.3. Données de végétation

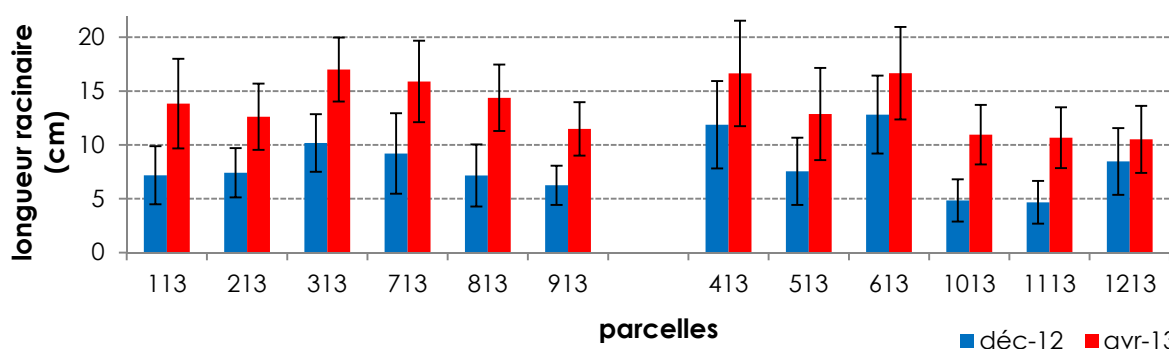


Figure 14 : Longueur racinaire moyenne mesurée par parcelle en décembre 2012 et avril 2013, Beauce, récolte 2013.

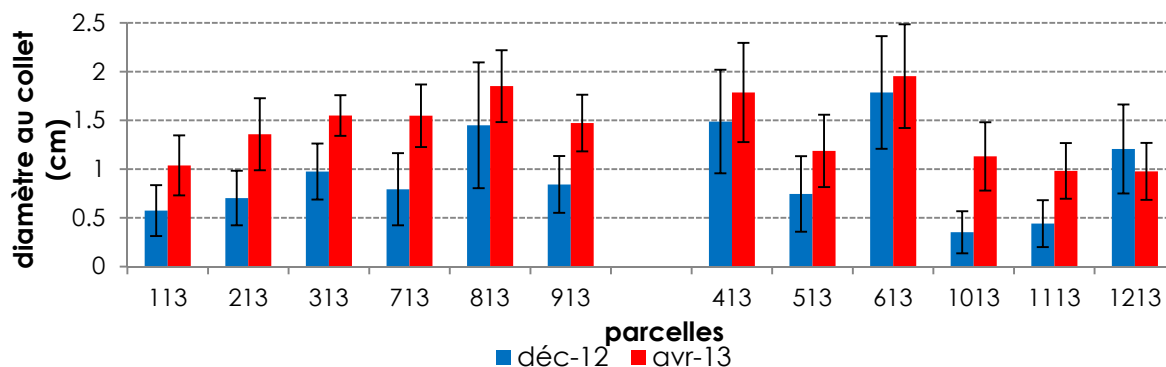


Figure 15 : Diamètre au collet moyen mesuré par parcelle en décembre 2012 et avril 2013, Beauce, récolte 2013.

Les données racinaires obtenues à l'hiver 2012 et après la reprise 2013 montrent de manière tout à fait logique que les racines se sont développées entre décembre et avril (Figure 14, Figure 15). Nous notons malgré tout un hiatus sur la parcelle 1213 en ce qui concerne le diamètre au collet (Figure 15). Ce hiatus vient sûrement du fait de l'hétérogénéité entre les zones de récoltes des carottes qui ont servies à mesurer ces données.

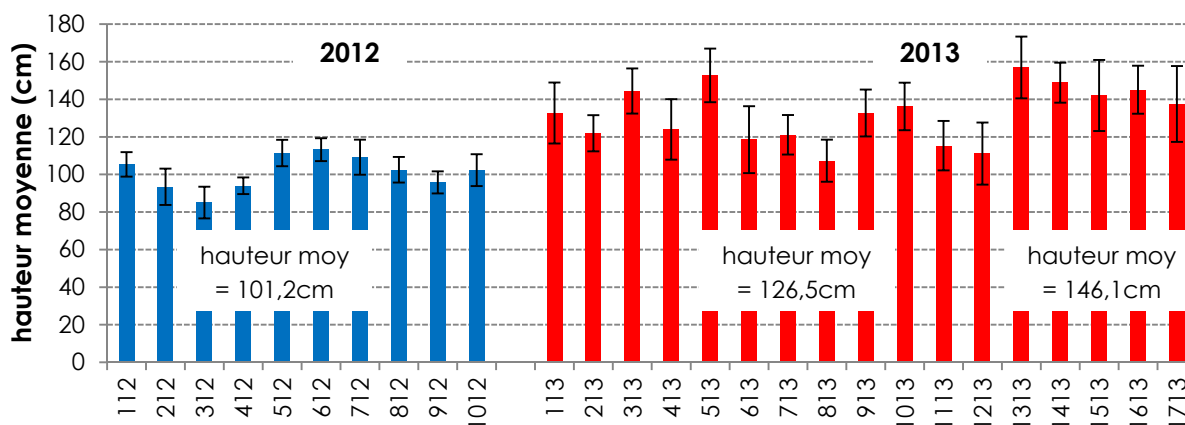


Figure 16 : Hauteur moyenne à la récolte par parcelle ; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud ouest, récolte 2013.

La hauteur moyenne des plantes à la récolte était supérieure en 2013, d'environ 25 cm en Beauce (Figure 16). Cependant, nous observons une forte variabilité inter-parcelles et une hétérogénéité intra-parcelle plus importante en 2013. Par ailleurs, la hauteur de végétation moyenne mesurée sur les parcelles du Sud-Ouest est environ 20 cm plus importante à celle de la Beauce (146,1cm contre 126,5cm), en 2013.

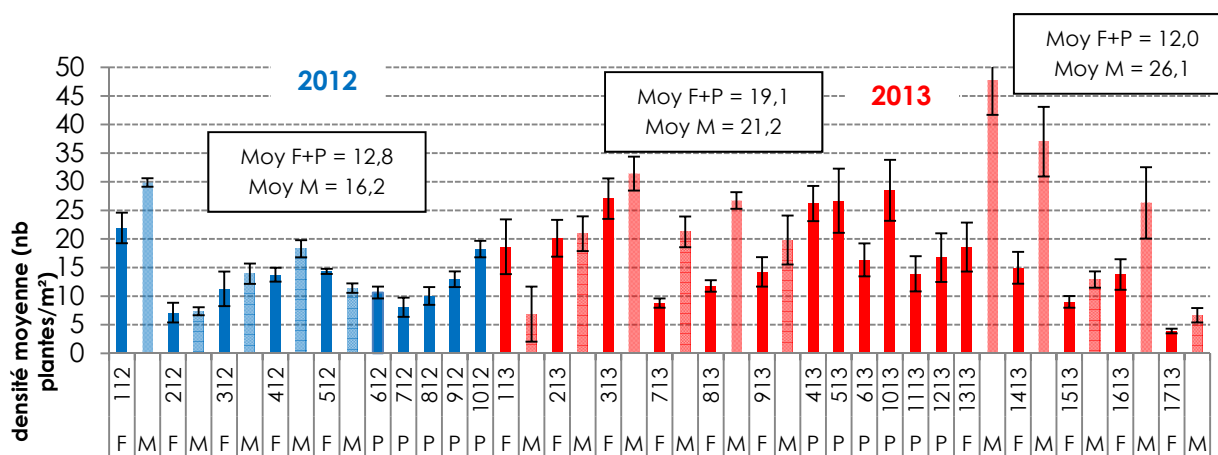


Figure 17 : Densité moyenne de plantes par mètre carré au mois de juin par parcelle et lignée ; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

Les observations faites sur la hauteur des plantes sont transposables pour la densité (Figure 17) à savoir, une densité plus élevée en 2013 et de fortes variabilités intra- et inter-parcelles.

Tableau 9 : Matrice des coefficients de détermination entre la hauteur/densité et le rendement des placettes de suivi ; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

	Hauteur					Densité								
	2012		2013			2012 + 2013		2012		2013			2012 + 2013	
	HYB	POP	HYB	POP	HYB SO	HYB	POP	HYB	POP	HYB	POP	HYB SO	HYB	POP
R ²	0,27	0,01	0,92	0,62	0,00	0,87 ¹	0,72	0,65	0,02	0,38	0,72	0,04	0,35 ¹	0,73
						0,30 ²							0,28 ²	

1 : Beauce uniquement ; 2 : Beauce + Sud Ouest ; SO : Sud Ouest

Les R² du Tableau 9 sont calculés en fonction de l'année et du type hybride ou population afin de déterminer la relation de linéarité entre la hauteur et densité, et le rendement. Les résultats sont très variables et aucune conclusion générale ne peut être tirée. En 2013 en Beauce, le rendement et la hauteur sont plutôt bien liés (R²_{HYB} = 0,92 et R²_{POP} = 0,62), ce n'est pas le cas en 2012 et c'est beaucoup moins net en ce qui concerne la densité.

2.4. Composition chimique des semences³

³ Les résultats de la composition chimique des plantes et du sol seront traités dans le rapport technique 2013-14.

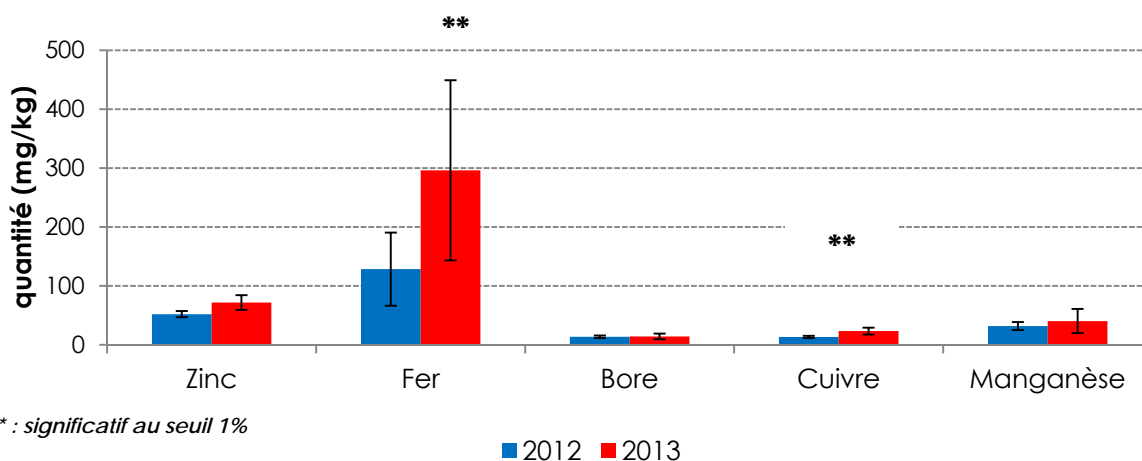


Figure 18 : Quantité moyenne des éléments chimiques (Zinc, Fer, Bore, Cuivre, Manganèse) issues des analyses de semences, Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

L'analyse des semences concernant les éléments quantifiables en mg/kg, *i.e.* Zinc, Bore, Manganèse, Fer et Cuivre montre qu'entre 2012 et 2013, ces deux derniers éléments étaient présents en quantités significativement différentes (**Figure 18**). Beaucoup plus de Fer et de Cuivre ont été mesurés en 2013, le premier atteignant des valeurs de 4 à 20 fois plus importantes que les autres éléments.

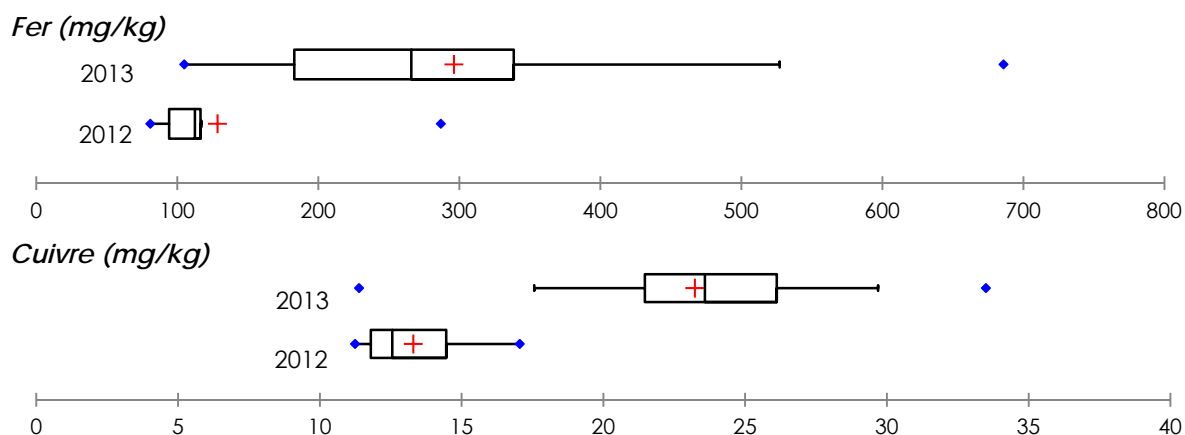


Figure 19 : Boxplots pour les éléments Fer et Cuivre des analyses de semences, Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

Les boxplots pour ces éléments indiquent que les valeurs de Fer quantifiées en 2013 sont très hétérogènes (**Figure 19**). Ainsi, sur les 17 parcelles de 2013, une d'elle possède une valeur de Fer de 105 mg/kg et une autre de 685 mg/kg, soit un rapport de 1 à 6. En 2012, ce rapport entre les deux extrêmes (80 mg/kg et 290 mg/kg) est de 1 à 4. L'observation des « boîtes » représentant les valeurs comprises entre les premiers et troisièmes quartiles confirment cette hétérogénéité en 2013, par rapport à 2012.

Pour le Cuivre le constat est assez similaire même si l'hétérogénéité est moins prononcée en comparaison du Fer.

Tableau 10 : Matrice de corrélations entre la typologie partielle et les résultats des éléments chimiques issus de l'analyse des semences, Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.

Corrélations	FG	Normaux	Anormaux	Anormaux pourris	Non germées	Non germées pourries	Non germées saines
K	-0,13	-0,07	0,25	-0,11	0,13	0,15	-0,07
Mg	0,19	0,24	-0,25	-0,28	-0,19	-0,04	-0,32
Mn	0,06	0,06	0,07	0,13	-0,06	0,07	-0,05
N	-0,52**	-0,60**	0,38*	0,24	0,52**	0,49*	0,34
Na	0,24	0,29	-0,27	-0,12	-0,24	-0,28	-0,25
P	-0,21	-0,16	0,07	-0,15	0,21	0,27	0,11
S	-0,22	-0,25	0,17	0,28	0,22	0,23	0,08
Zn	0,45*	0,52**	-0,53**	0,07	-0,45*	-0,45*	-0,37
Fe	0,34	0,43*	-0,45*	0,07	-0,35	-0,31	-0,30
B	-0,28	-0,27	0,39*	-0,08	0,28	0,16	0,33
Cu	0,42*	0,49*	-0,62**	0,14	-0,42*	-0,32	-0,30
Ca	0,04	0,14	0,03	-0,10	-0,04	-0,15	0,02

* : valeur significative (seuil 5%) ** : valeur hautement significative (seuil 1%)

Le Erreur ! Source du renvoi introuvable.10 montre les corrélations entre les résultats de FG et les différents éléments de l'analyse de semences. Ces corrélations ne sont pas très élevées même si plusieurs d'entre elles sont significatives d'un point de vue statistique. La significativité au seuil 1% est étudiée plus précisément grâce au coefficient de détermination (Tableau 11) qui nous permet d'étudier la linéarité de la relation entre les différentes variables étudiées.

Tableau 11 : Valeurs des coefficients de détermination calculés pour les corrélations hautement significatives du Tableau 10.

R ²	FG	Normaux	Anormaux	Non germées
N	0,24	0,26		0,24
Zn		0,26	0,27	
Cu			0,42	

Ce Erreur ! Source du renvoi introuvable.11 confirme qu'il n'existe pas de lien net entre ces variables, bien que nous ayons effectué ce calcul pour les valeurs de corrélation les plus fortes du Erreur ! Source du renvoi introuvable.10.

2.5. Floraison

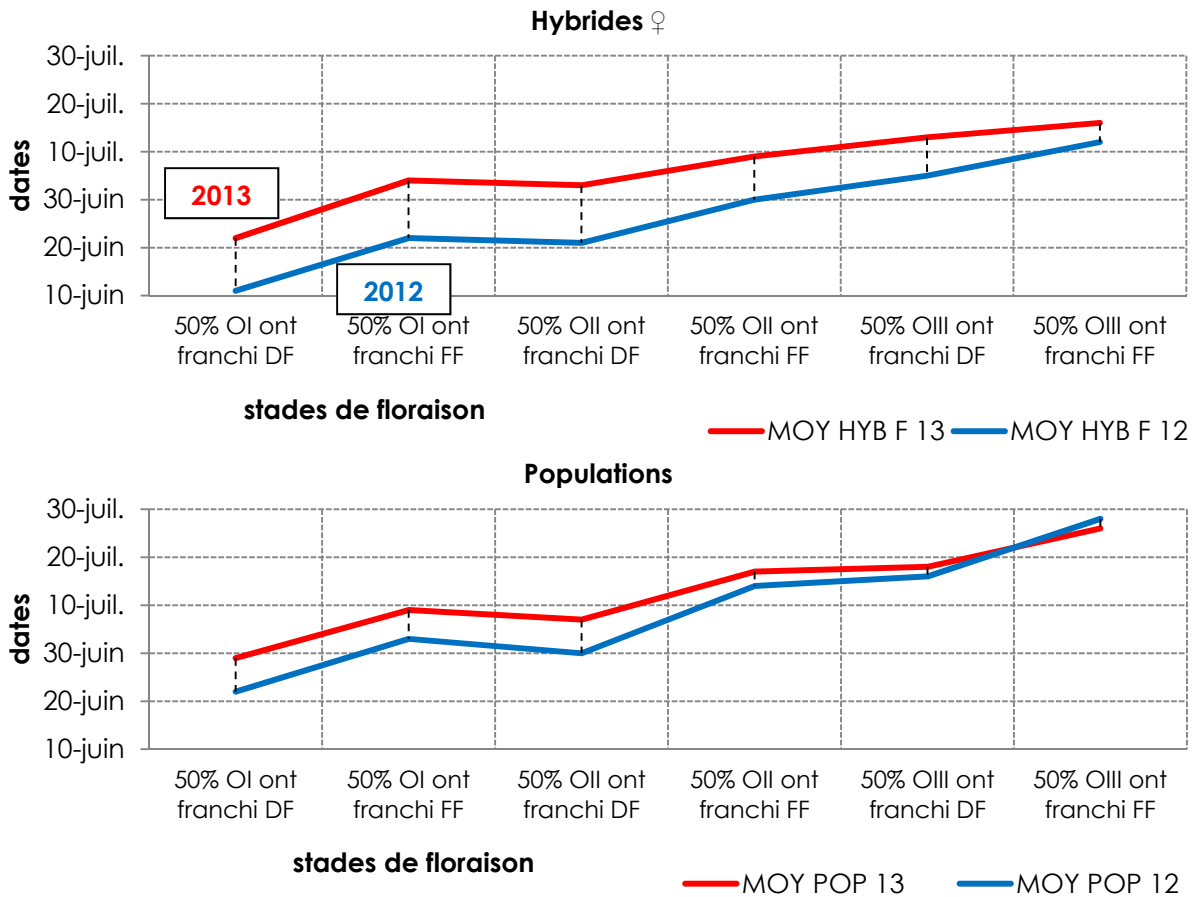
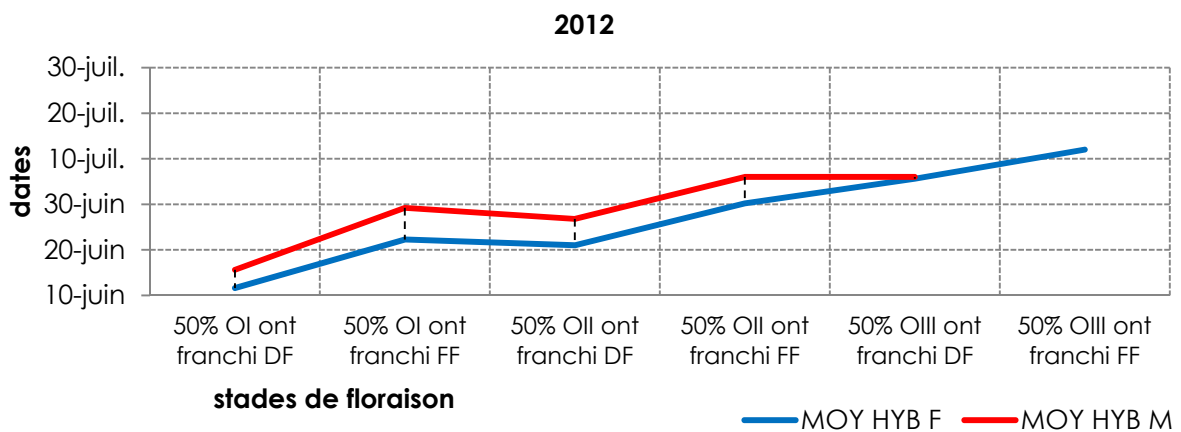


Figure 20 : Dates moyennes de floraison de 2012 et 2013 en fonction du stade de floraison, type hybride et population, Beauce.

Les dates moyennes de floraison, dont le calcul est détaillé dans la partie transformations des données du dispositif d'enquête (Cf. paragraphe 1.4.1), montrent que cette floraison était plus précoce en 2012, que ce soit sur hybrides ou populations (**Figure 20**). Il est aussi à noter que, pour les deux années, ces dernières ont fleuries en moyenne après les hybrides



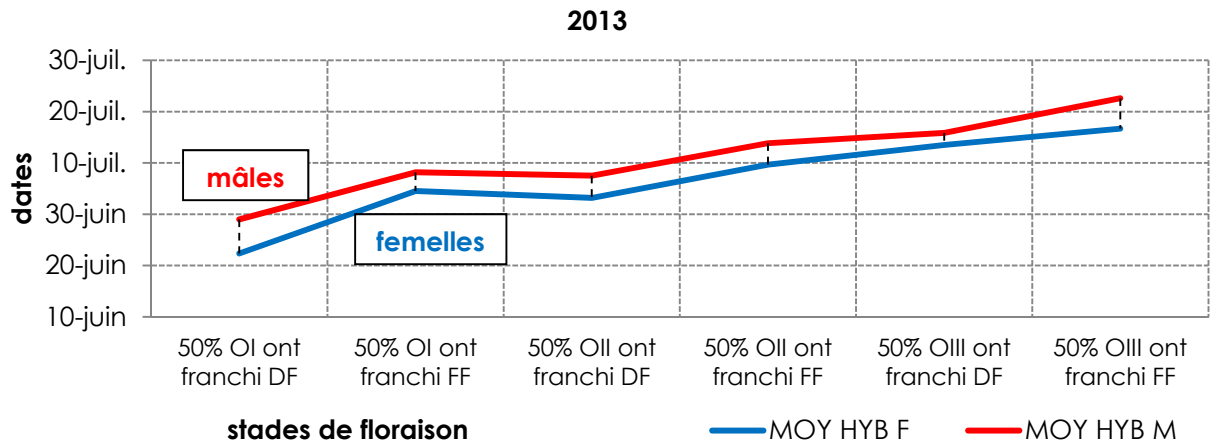


Figure 21 : Décalage moyen de floraison entre lignées femelles et mâles, Beauce, récolte 2012 et 2013.

Remarque : la notation de la lignée mâle a évolué entre 2012 et 2013.

En 2012 le début floraison de l'ombelle (DF) correspond au déploiement des tout premiers pétales (= stade 2, d'après Rodet) à la périphérie de l'ombelle ; alors qu'en 2013 le stade DF correspond à la déhiscence des anthères dès que les pétales sont entrouverts (= stade 1) à la périphérie de l'ombelle.

Si nous comparons maintenant les dates moyennes de floraison des lignées femelles et mâles sur hybrides (Erreur ! Source du renvoi introuvable.), nous remarquons qu'en 2013 les mâles sont en retard par rapport aux femelles.

Tableau 12 : Décalage de floraison par parcelle sur ombelles primaires entre lignées mâles et femelles ; Beauce, récolte 2013.

Parcelle	50%OIDF ♀	50%OIDF ♂	Différence (nb jours)	Rendement OI (g/m ²)	Contribution OI (%)
113	02/07/2013	07/07/2013	5	11,3	5,1
213	23/06/2013	04/07/2013	11	21,3	14,6
313	19/06/2013	21/06/2013	2	27,1	9,3
713	20/06/2013	30/06/2013	10	15,5	8,9
813	20/06/2013	26/06/2013	6	6,4	5,1
913	20/06/2013	26/06/2013	6	18,6	7,8

En détaillant ce décalage de floraison pour les hybrides de 2013 (Erreur ! Source du renvoi introuvable.2), nous constatons qu'il n'existe pas de lien entre ce dernier et le rendement et la contribution au rendement total des ombelles primaires. L'observation est faite sur les primaires puisque ce sont les premières à fleurir et donc les plus sensibles, théoriquement, à une mauvaise concordance entre l'émission du pollen et la réceptivité ovarienne.

2.6. Etat sanitaires des plantes (parties aériennes et racines)

En 2012, l'état sanitaire des racines n'a pu être réalisé que tardivement (juillet) néanmoins il nous permet de mettre en évidence la faible proportion de racines saines à cette période de la campagne (**Figure 22**). Le pourcentage de racines saines est compris entre 0 et 40% des plantes prélevées, excepté sur la ligné mâle de la parcelle 112 (80% des racines saines). Il est

également à noter que 2012 a connu une forte pression phomopsis. L'ensemble des parcelles du dispositif d'enquête ont été touchées par cette maladie. Le suivi réalisé pour la 1^{ère} année de suivi ne nous permet pas de décrire avec précision la pression phomopsis observée sur chaque parcelle.

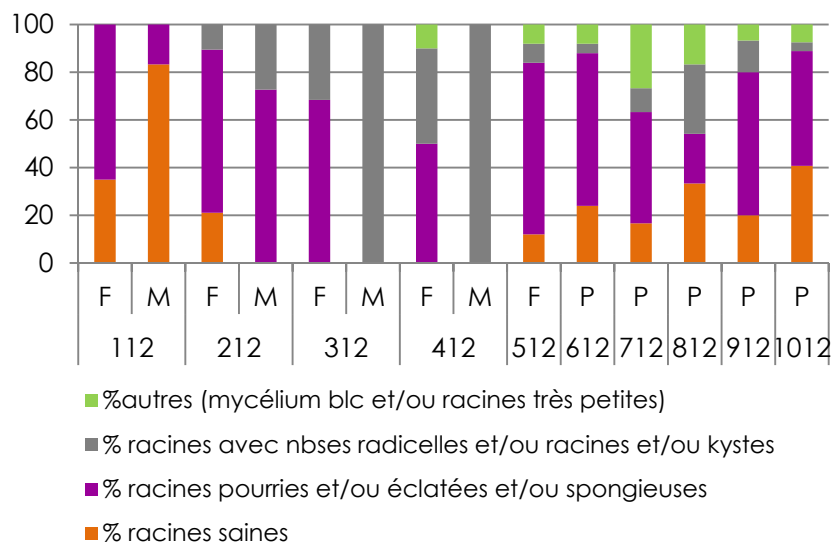


Figure 22: Etat sanitaire des racines à l'été 2012 (prélèvement du 17-19 juillet 2012), Beauce.

Dans la suite de ce paragraphe, les résultats de la campagne 2013 sont concernant d'une part les racines *via* le suivi hiver – printemps et d'autre part concernant les parties aériennes *via* le suivi hebdomadaire pendant la floraison.

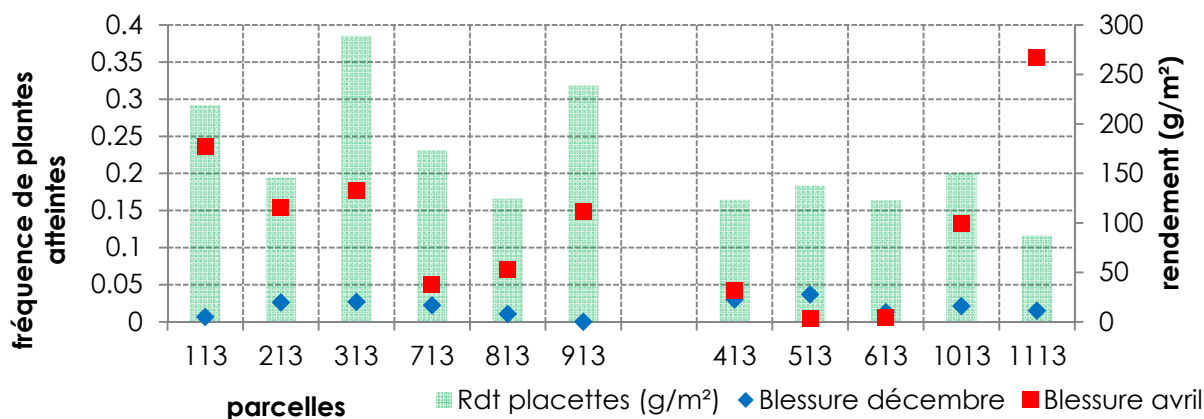


Figure 23 : Fréquences de blessures racinaires et rendement par parcelle, décembre 2012 et avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.

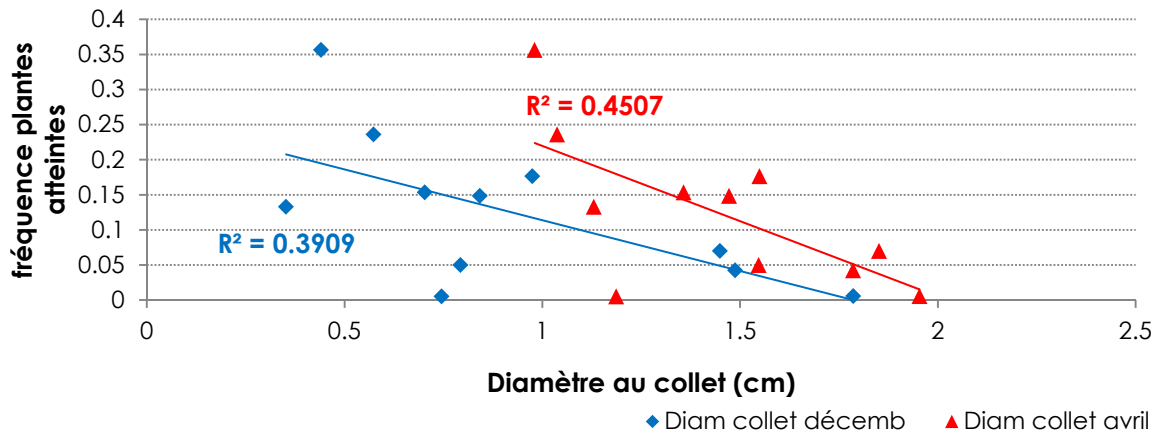


Figure 24: Régression linéaire entre le diamètre au collet moyen mesuré en décembre 2012 et avril 2013, et la fréquence de plantes atteintes par des blessures racinaires en avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.

La Erreur ! Source du renvoi introuvable.3 nous indique que la fréquence de plantes touchées par des blessures (éclatements, galeries, trous, etc.) reste très faible jusqu'en décembre (fréquence inférieure à 0.05). Ces blessures se retrouvent en fréquences plus importantes à partir du mois d'avril (ordre de grandeur). Il ne semble pas avoir de relation entre la fréquence des plantes atteintes en décembre et avril et le rendement grainier.

La régression linéaire de la Erreur ! Source du renvoi introuvable.4 reprend les données présentées sur la **Figure 15**. Cette régression ne montre pas de relation linéaire nette entre le diamètre au collet moyen mesuré à l'hiver et à la reprise et la fréquence de plantes atteintes par des blessures en avril.

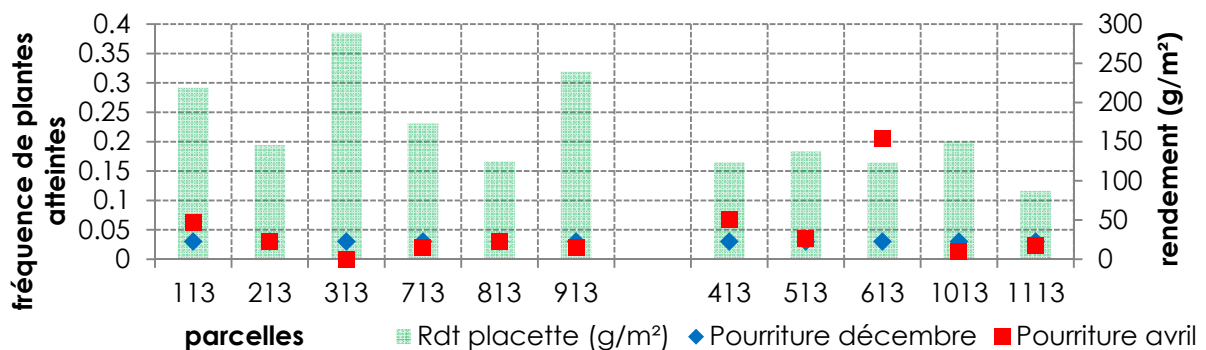


Figure 25: Fréquences de pourritures racinaires et rendement par parcelle, décembre 2012 et avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.

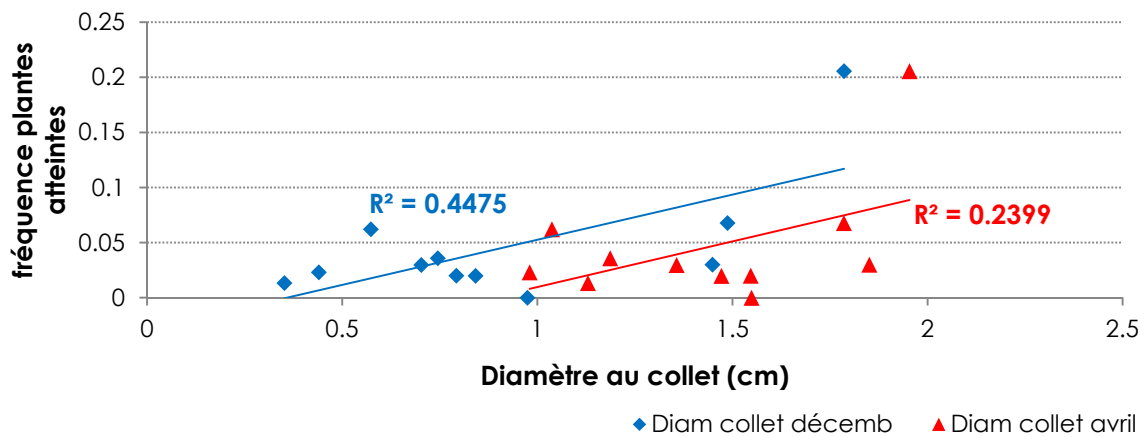


Figure 26: Régression linéaire entre le diamètre au collet moyen mesuré en décembre 2012 et avril 2013, et la fréquence de plantes atteintes par des pourritures racinaires en avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.

Les données observées sur les pourritures racinaires sont très comparables à celles précédemment énoncées concernant les blessures (Figures 25 et 26). Cependant, si la fréquence de ces dernières augmente entre l'hiver et la reprise, la fréquence des pourritures reste, elle, stable et à un niveau faible, excepté pour la parcelle 613.

Les constatations faites sur les blessures racinaires concernant le rendement et les régressions linéaires sont aussi valables pour les pourritures.

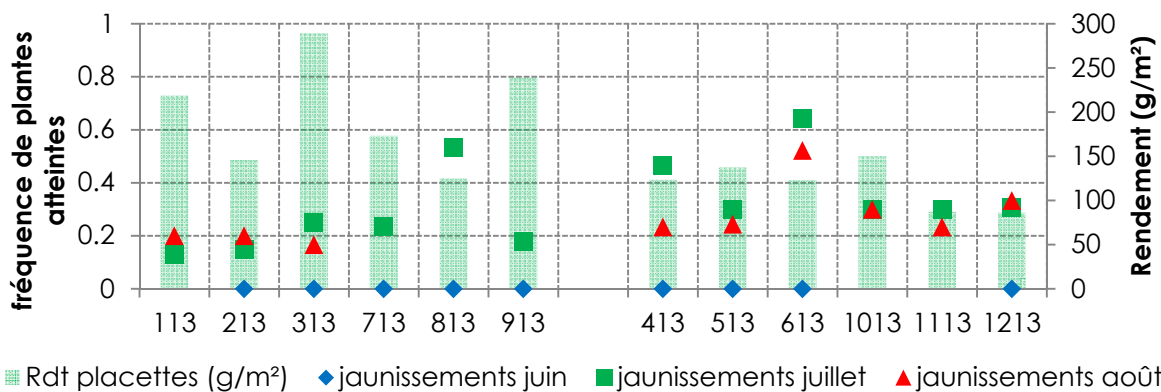


Figure 27: Fréquences de jaunissements du feuillage notées au mois de juin, juillet et août 2013 et rendement par parcelle, décembre 2012 et avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.

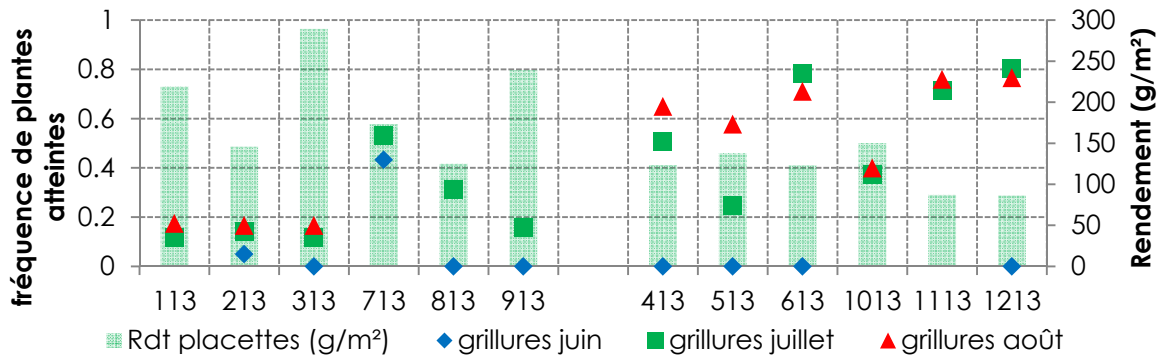


Figure 28: Fréquences de grillures du feuillage notées au mois de juin, juillet et août 2013 et rendement par parcelle, décembre 2012 et avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.

A l'instar des observations faites précédemment sur les racines, les jaunissements et grillures du feuillage ne sont pas présents au mois de juin (excepté sur la 713: jaunissement) (Erreur ! Source du renvoi introuvable., 28). En revanche, ces symptômes se développent rapidement au cours du mois de juillet et se stabilisent au mois d'août. Comme pour les racines, le rendement ne semble pas être en relation avec ces symptômes.

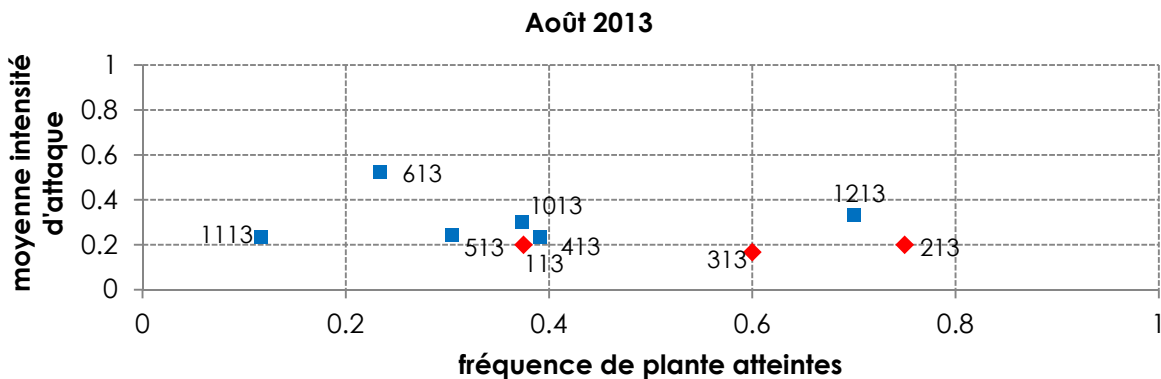
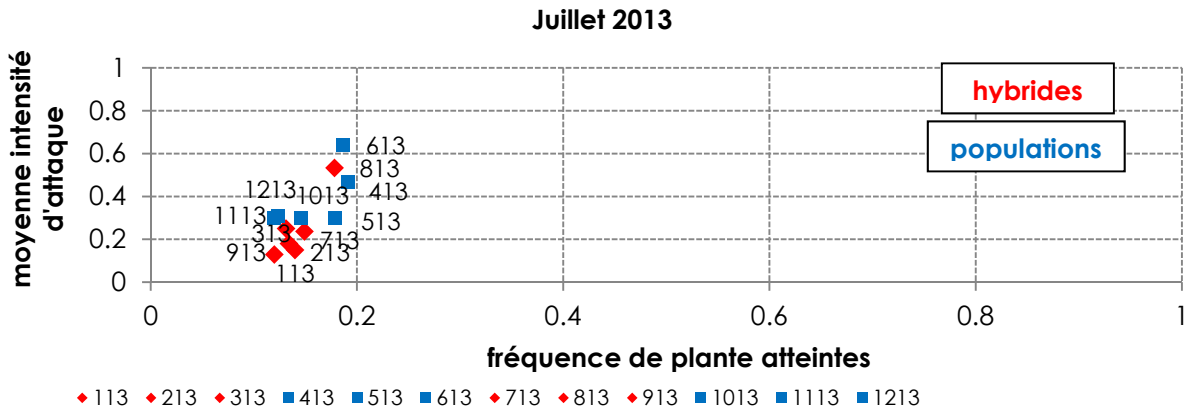


Figure 29 : Nuage de la fréquence et de l'intensité moyenne des jaunissements sur feuillage en juillet puis août 2013 ; Beauce, récolte 2013.

Les données sur la fréquence de plantes atteintes ont été détaillées précédemment. En rajoutant la variable intensité d'attaque, *i.e.* le pourcentage d'attaque sur chaque plante, nous constatons que, entre le mois de juillet et le mois d'août, cette intensité d'attaque varie peu au contraire de la fréquence de plantes atteintes qui augmente fortement pour certaines parcelles (113, 213, 313, 413, 1013, 1213, Erreur ! Source du renvoi introuvable.9).

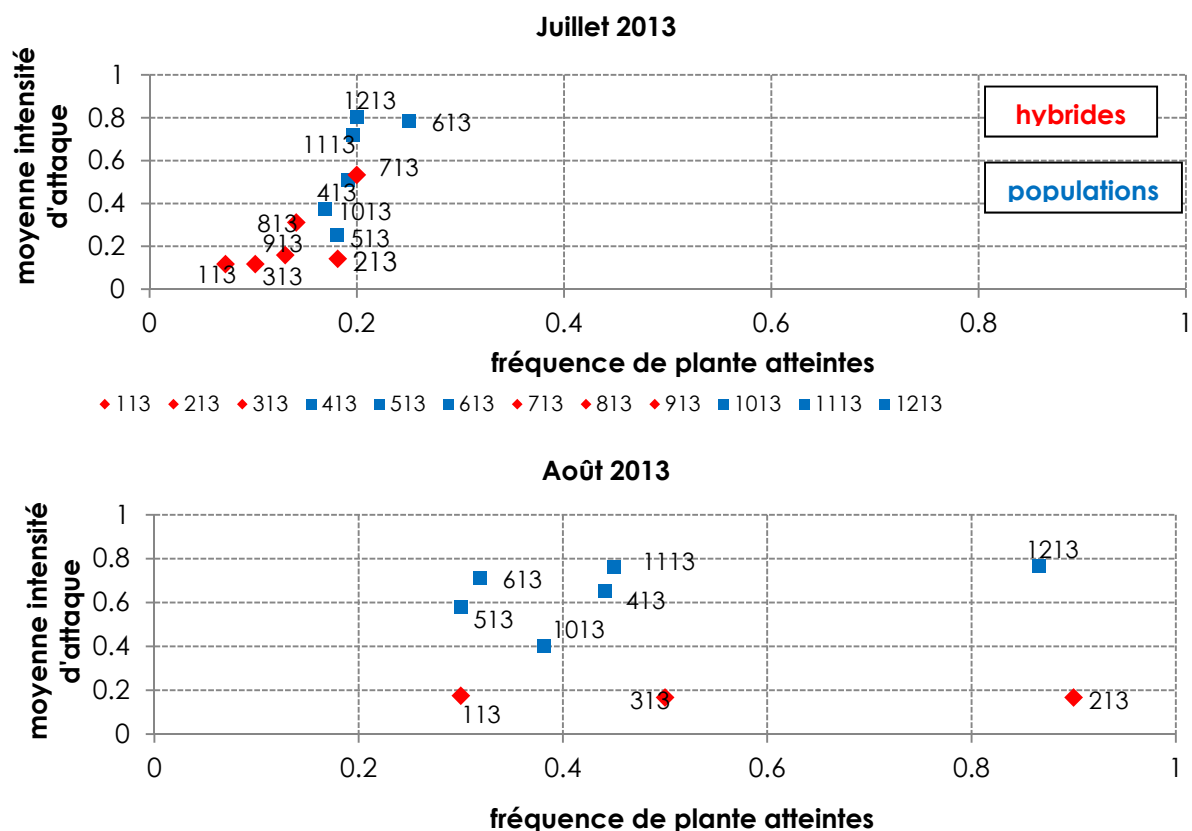


Figure 30 : Nuage de la fréquence et de l'intensité moyenne des grillures sur feuillage en juillet puis août 2013 ; Beauce, récolte 2013.

Le constat est très similaire entre jaunissements et grillures du feuillage. Si l'intensité d'attaque varie assez peu entre juillet et août, la fréquence de plantes atteintes, elle, peut augmenter très fortement pour certaines parcelles (213, 313, 1213 notamment, **Figure 30**).

2.7. Pollinisation

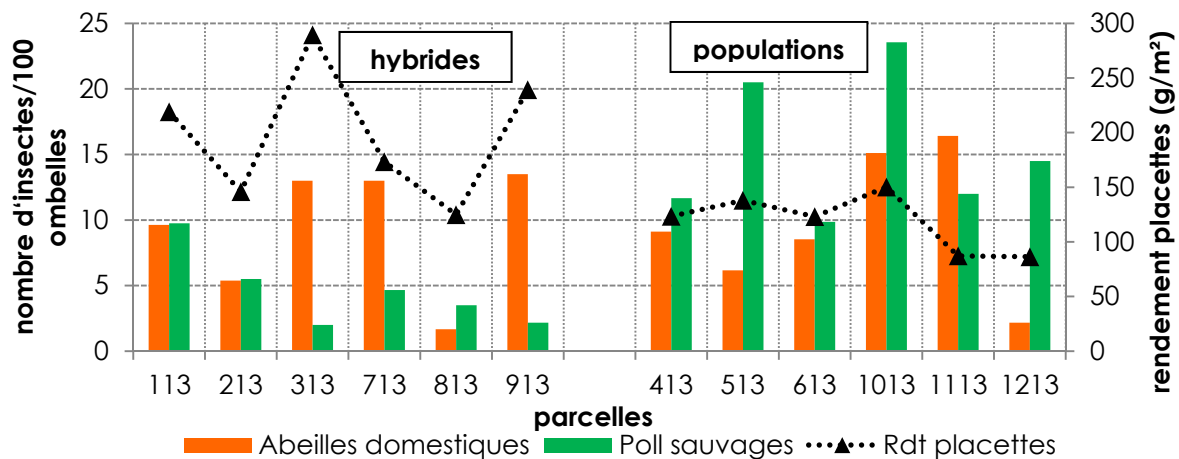


Figure 31: Nombre moyen de pollinisateurs sauvages et d'abeilles domestiques sur la période 50%OIDF-50%OIIFFF et rendement des placettes de 2013, Beauce, récolte 2013.

La **Figure 31**: Nombre moyen de pollinisateurs sauvages et d'abeilles domestiques sur la période 50%OIDF-50%OIIFFF et rendement des placettes de 2013, Beauce, récolte 2013.

1 nous renseigne sur les populations d'abeilles domestiques et de pollinisateurs sauvages comptées en 2013.

Sur hybrides, différentes informations sont à noter. Sur les parcelles 313, 713 et 913, il a été compté beaucoup plus d'abeilles domestiques que de pollinisateurs sauvages. Les parcelles 113 et 213 ont moins d'abeilles, mais les pollinisateurs sauvages ont été observés en nombres équivalents. Sur la parcelle 813, nous n'avons compté que peu de pollinisateurs au total et le rendement moyen des placettes de suivi est le plus faible de toutes les hybrides suivies.

Il est intéressant de noter que deux établissements différents se partagent les hybrides suivies cette année, respectivement les parcelles 113 et 213 et les parcelles 313, 713, 813 et 913.

En ce qui concerne les populations, excepté pour la parcelle 1113, plus de pollinisateurs sauvages ont été comptés en moyenne. Malgré tout, le nombre d'abeilles domestiques observé a lui aussi été assez important, hormis sur la parcelle 1213.

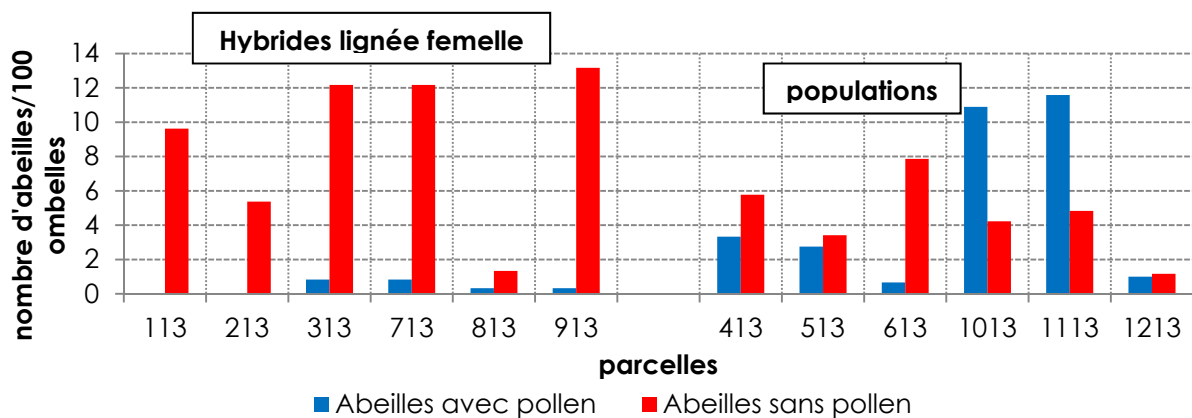


Figure 32: Nombre moyen d'abeilles domestiques sur 100 ombelles avec et sans pelotes de pollen entre 50%OIDF et 50%OIIFFF 2013 sur lignées hybrides femelles et populations ; Beauce, récolte 2013.

Nous pouvons détailler plus précisément les données de comptage des abeilles domestiques de la **Figure 31**: *Nombre moyen de pollinisateurs sauvages et d'abeilles domestiques sur la période 50%OIDF-50%OIIF et rendement des placettes de 2013, Beauce, récolte 2013.*

1 en distinguant les abeilles avec et sans pelotes de pollen sur les pattes (**Figure 32**).

Ainsi, sur les hybrides femelles, très peu (voire aucune, parcelles 113 et 213) d'abeilles avec pollen ont été dénombrées. Au contraire, sur les populations, beaucoup de ces abeilles collectrices de pollen ont été observées, en particulier sur les parcelles 1013 et 1113.

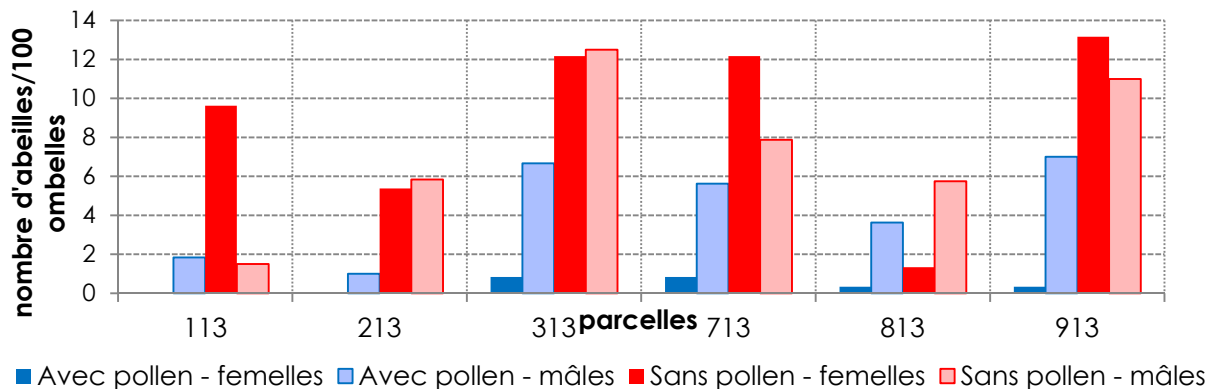


Figure 33: *Nombre moyen d'abeilles domestiques sur 100 ombelles avec et sans pelotes de pollen entre 50%OIDF et 50%OIIF 2013 en fonction de la lignée (parcelles hybrides) ; Beauce, récolte 2013.*

Sur les parcelles hybrides, en détaillant cette fois-ci les résultats de comptages d'abeilles domestiques sur les lignées mâles et femelles (**Figure 33**), nous remarquons qu'il y a plus d'abeilles avec pollen sur les mâles que sur les femelles, mais que le ratio du nombre d'abeilles sans et avec pollen est en faveur des premières.

Tableau 13 : *Matrice de corrélations entre les différentes populations de pollinisateurs, sur lignées femelles et mâles d'hybrides et sur populations ; Beauce, récolte 2013.*

Corrélations	Femelle			Mâle			Population		
	Avec P	Sans P	Sauv	Avec P	Sans P	Sauv	Avec P	Sans P	Sauv
Femelle	Avec P	1							
	Sans P	0,30**	1						
	Sauv	-0,02	0,10	1					
Mâle	Avec P			1					
	Sans P			0,68**	1				
	Sauv			-0,06	-0,03	1			
Population	Avec P						1		
	Sans P						0,59**	1	
	Sauv						0,20*	-0,03	1

* : valeur significative (seuil 5%) ** : valeur hautement significative (seuil 1%)

Le **Tableau 133** est la matrice de corrélations des trois types de pollinisateurs observés, *i.e.* abeilles domestiques avec pelotes de pollen (Avec P) et sans pelotes (Sans P) et pollinisateurs sauvages (Sauv). Ainsi, une valeur de coefficient correspond au calcul de toutes les répétitions de comptages sur 100 ombelles pour chaque lignée.

Par exemple, le $r_s = 0,30$ calculé par la méthode de Spearman entre les abeilles avec pelotes et sans pelotes l'a été sur $n = 74$ échantillons, où un échantillon correspond à un comptage sur 100 ombelles. De ce fait, et en particulier sur cet exemple, même avec un coefficient assez faible ($r_s = 0,30$), ce dernier est hautement significatif d'un point de vue statistique car le nombre d'échantillons est assez conséquent pour le valider. L'interprétation du résultat doit donc être sujette à caution. Les résultats significatifs de la matrice sont tous positifs et nous indiquent que sur femelles, mâles et populations, le nombre d'abeilles avec et sans pelotes est corrélé. En outre, sur populations ce nombre d'abeilles avec pelotes est corrélé à celui des pollinisateurs sauvages.

La suite des résultats concernant la pollinisation est exprimée en nombre de pollinisateurs par mètre carré, comme expliqué dans la partie Dispositif d'enquête, 1.4 Transformation des données.

Tableau 14 : Matrice de corrélations entre le rendement des placettes et les différentes populations de pollinisateurs (rapportées en nombre de pollinisateurs par mètre carré) ; Beauce, récolte 2013.

Corrélations	Rendement placettes	Rendement Hybrides	Rendement Populations
Abeilles avec pollen	-0,389	0,544	0,420
Abeilles sans pollen	0,809**	0,994**	0,428
Abeilles total	0,474	0,989**	0,549
Pol. Sauvages	-0,357	0,362	0,681
Pollinisateurs total	-0,009	0,898*	0,743
Ab. avec pollen ♂		0,626	
Ab. sans pollen ♂		0,618	
Ab. total ♂		0,626	
Pol. sauvages ♂		-0,852*	

* : valeur significative (seuil 5%) ** : valeur hautement significative (seuil 1%)

La matrice du

Tableau 144 nous indique que de fortes corrélations sont calculées entre les abeilles sans pelotes de pollen sur les pattes sur lignées femelles et le rendement des placettes. C'est le même constat en ce qui concerne les abeilles totales (*i.e.* abeilles sans pollen + abeilles avec pollen), ce qui n'est pas étonnant puisque les comptages d'abeilles sur hybrides femelles sont principalement des comptages d'abeilles sans pollen (cf. Figure 32: *Nombre moyen d'abeilles domestiques sur 100 ombelles avec et sans pelotes de pollen entre 50%OIDF et 50%OIIFF 2013 sur lignées hybrides femelles et populations ; Beauce, récolte 2013.*

). Sur populations, la corrélation la plus forte concerne les pollinisateurs totaux (pollinisateurs sauvages + abeilles domestiques).

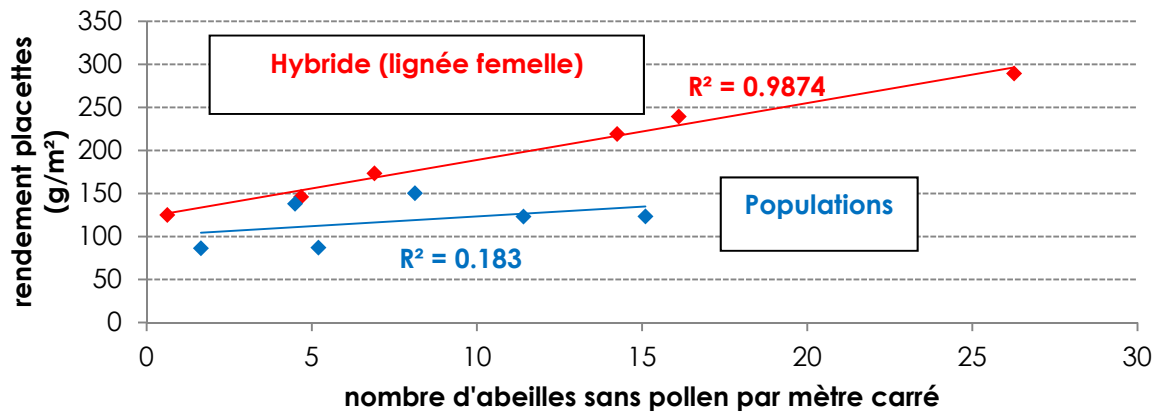


Figure 34: Nuages de points entre le rendement et le nombre moyen d'abeilles sans pelotes de pollen par mètre carré ; Beauce, récolte 2013.

Comme la matrice nous indique une forte corrélation entre abeilles sans pollen et rendement, il est intéressant de réaliser une régression linéaire afin d'observer la distribution du nuage de points étudié (Figure 34: Nuages de points entre le rendement et le nombre moyen d'abeilles sans pelotes de pollen par mètre carré ; Beauce, récolte 2013).

4). Sur hybrides, le coefficient de détermination R^2 est extrêmement élevé ce qui dénote un lien très fort entre le nombre d'abeilles sans pollen par mètre carré et le rendement de nos placettes de suivi, en 2013. Sur populations, le constat est très différent avec un R^2 très faible, ce qui nous renseigne sur le fait que le mode de fonctionnement de la pollinisation entre hybrides et populations n'est pas le même.

Le lien très fort entre le nombre d'abeilles sans pelotes de pollen par mètre carré et le rendement des parcelles hybrides est à détailler car son résultat dépend en réalité de deux variables. Le Tableau 15 montre les valeurs des coefficients de détermination calculés entre les différentes variables ayant servies à l'obtention du nombre de pollinisateurs par mètre carré. Ainsi, ce nombre de pollinisateurs par mètre carré est calculé à partir des données de comptages du nombre de pollinisateurs par ombelle et du nombre d'ombelles en fleurs par mètre carré. Or, ces deux variables ne sont pas liées ($R^2 = 0,14$). Le rendement obtenu dépend donc principalement de ces deux paramètres, avec respectivement $R^2 = 0,62$ et $R^2 = 0,73$.

Tableau 15 : Matrice des coefficients de détermination entre les différentes variables permettant le calcul du nombre de pollinisateurs par mètre carré – Omb : ombelles ; Pol : pollinisateurs

R^2	Densité (plantes/m ²)	Nb Omb en fleurs / plante	Nb Omb en fleurs / m ²	Nb Pol / Omb en fleurs	Nb plantes	Pol / Nb Pol / m ²
-------	--------------------------------------	------------------------------	--------------------------------------	---------------------------	---------------	----------------------------------

Densité (plantes/m ²)	1					
Nb Omb en fleurs / plante	0,17	1				
Nb Omb en fleurs / m ²	0,69*	0,69*	1			
Nb Pol / Omb en fleurs	0,02	0,14	0,14	1		
Nb Pol / plantes	0,04	0,32	0,24	0,94**	1	
Nb Pol / m ²	0,49	0,57*	0,80**	0,55*	0,66*	1
Rendement (g/m ²)	0,39	0,60*	0,73*	0,62*	0,75*	0,99**

* : valeur significative (seuil 5%) ** : valeur hautement significative (seuil 1%)

L'équation de la régression multiple permettant d'estimer le rendement est alors :

Équation 2 : Estimation du rendement 2013 (Rdt) en fonction du nombre d'ombelles en fleurs par mètre carré (NbOf) et du nombre d'abeilles sans pelotes de pollen par ombelle (NbAbsp), sur hybrides

$$Rdt \text{ estimé hybrides 2013} = (NbOf \times 0,825) + (NbAbsp \times 1182)$$

Le **Tableau 166** résume les résultats obtenus grâce à cette équation pour les six parcelles hybrides de 2013. Les résidus, *i.e.* la différence entre le rendement calculé et le rendement réel, sont assez variables (min = -0,1 ; max = 54,5).

Tableau 16 : Résultats des 6 parcelles hybrides de 2013 vis-à-vis de l'équation 2

	Rdt observé (g/m ²)	Nb Omb en fleur / m ²	Nb Absp / Omb en fleur	Rdt estimé (g/m ²)	Résidus (g/m ²)
P1	219,0	127,6	0,096	219,1	-0,1
P2	145,9	54,7	0,054	108,6	37,3
P3	289,4	211,6	0,122	318,4	-29
P7	173,3	33,8	0,122	171,6	1,7
P8	124,9	66,2	0,013	70,4	54,5
P9	239,2	95,9	0,132	234,7	4,5

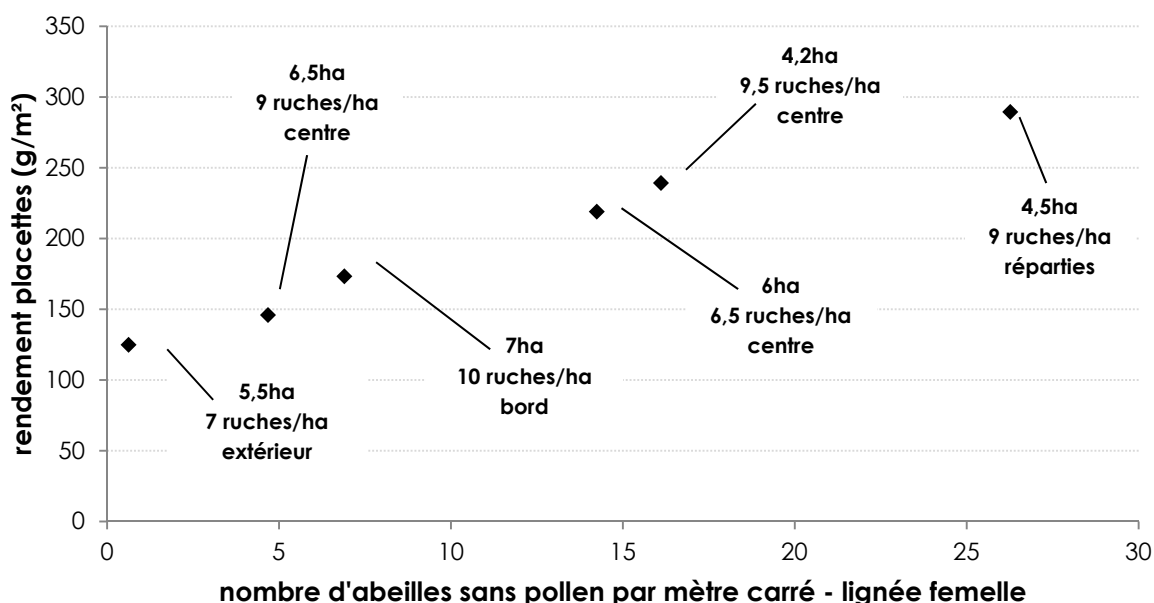


Figure 35: Nuage de points et caractéristiques des ruches sur les différentes parcelles hybrides ; Beauce, récolte 2013.

La Figure 35: Nuage de points et caractéristiques des ruches sur les différentes parcelles hybrides ; Beauce, récolte 2013.

5 reprend la régression linéaire sur hybrides de la Figure 34: Nuages de points entre le rendement et le nombre moyen d'abeilles sans pelotes de pollen par mètre carré ; Beauce, récolte 2013.

mais nous renseigne également sur les ruches et la surface de chaque parcelle. Nous constatons ainsi que le nombre de ruches à l'hectare ne semble pas être un critère déterminant vis-à-vis du nombre d'abeilles sans pollen par mètre carré comptées. A *contrario*, le positionnement des ruches sur la parcelle apparaît plus important à cet égard.

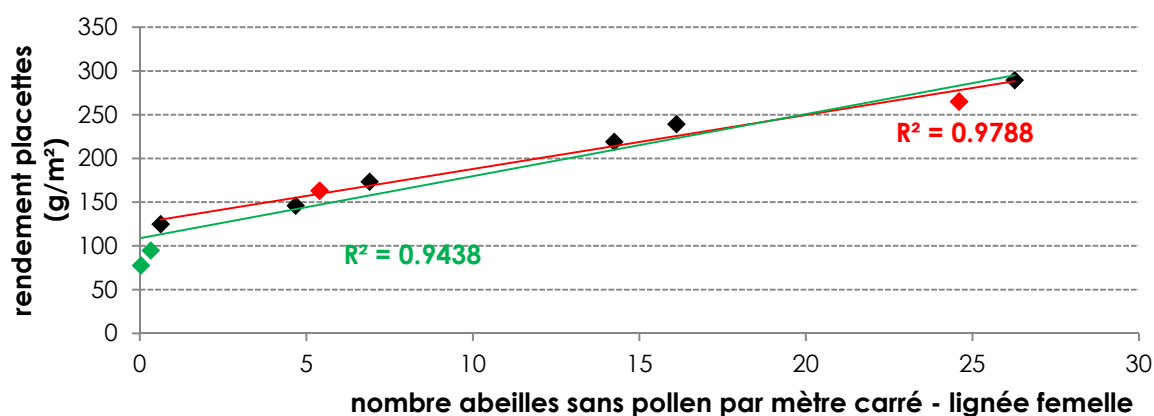


Figure 36: Nuage de points des abeilles sans pelotes avec ajout de 4 parcelles hybrides issues des essais pollinisation : 2013 en rouge (2 parcelles) et 2012 en vert (2 parcelles) ; Beauce, récolte 2012 et 2013.

Sur la Erreur ! Source du renvoi introuvable.6, 4 parcelles issues des essais spécifiques pollinisation sont rajoutées dans le calcul de la régression linéaire, 2 parcelles de 2012 et 2 parcelles de

2013. Le coefficient de détermination reste stable à $R^2 = 0,978$ si nous ne nous intéressons qu'à 2013. Par contre, le R^2 passe à 0,943 avec l'ajout des 2 parcelles de 2012. Ces 2 parcelles ne font pas beaucoup varier le R^2 de 2013, ce dernier restant élevé à cause des parcelles de 2013 mais aussi des valeurs de nombre d'abeilles sans pollen par mètre carré de 2012 très faibles.

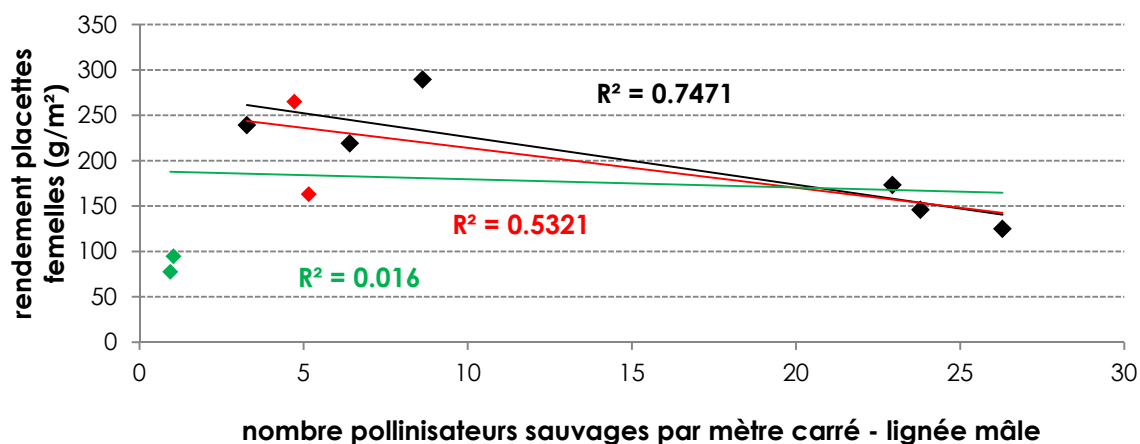


Figure 37: Nuage de points des pollinisateurs sauvages sur lignée mâle avec ajout de 4 parcelles hybrides issues des essais pollinisation : 2013 en rouge (2 parcelles) et 2012 en vert (2 parcelles) ; Beauce, récolte 2012 et 2013.

Le

Tableau 14 nous renseigne sur le fait qu'une forte corrélation négative ($r_s = -0,85$) est calculée entre le nombre de pollinisateurs sauvages par mètre carré et le rendement des placettes de récolte, donc sur lignée femelle. Cette information est précisée *via* la régression linéaire de la Figure 37: Nuage de points des pollinisateurs sauvages sur lignée mâle avec ajout de 4 parcelles hybrides issues des essais pollinisation : 2013 en rouge (2 parcelles) et 2012 en vert (2 parcelles) ; Beauce, récolte 2012 et 2013.

qui nous donne un $R^2 = 0,75$ pour les six parcelles de suivi de l'enquête culturale. Comme pour les observations faites concernant les abeilles sans pelotes de pollen, nous pouvons rajouter d'une part les deux parcelles de l'essai pollinisation de 2013 (en rouge) et d'autre part deux autres parcelles de l'essai de 2012 (en vert).

Pour 2013, si une des deux parcelles s'intègre bien à la régression au point de faire monter le R^2 à 0,78 (données non présentées), la seconde fait chuter ce dernier à 0,53. En considérant maintenant l'ensemble des parcelles de 2012 et 2013, la relation linéaire entre les deux variables n'est plus du tout établie, $R^2 = 0,02$.

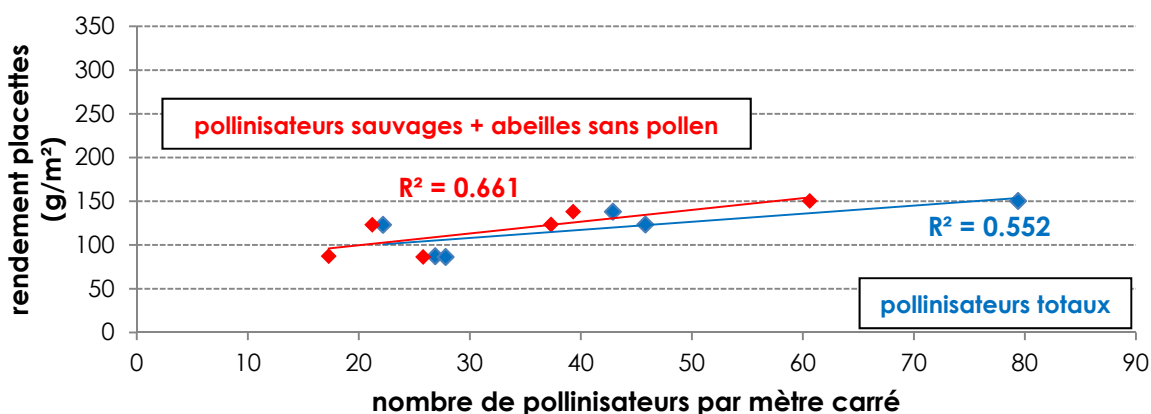


Figure 38: Nuages de points entre le rendement et le nombre moyen de pollinisateurs total par mètre carré, sur parcelles populations ; Beauce, récolte 2013.

Nous avons vu précédemment (**Figure 34**: Nuages de points entre le rendement et le nombre moyen d'abeilles sans pelotes de pollen par mètre carré ; Beauce, récolte 2013.

4) que le lien entre le nombre d'abeilles sans pollen par mètre carré et le rendement des placettes était faible sur populations. Nous avons aussi vu dans la matrice du

Tableau 14 que la corrélation la plus forte sur populations correspondait à celle calculée entre le nombre de pollinisateurs total par mètre carré et le rendement des placettes.

De ce fait, il n'est pas étonnant de constater que le coefficient de détermination pour les valeurs de pollinisateurs totaux est bien plus élevé que celui des abeilles sans pollen (respectivement $R^2 = 0,552$ et $R^2 = 0,183$). Cependant, si nous ne gardons que les valeurs de pollinisateurs sauvages plus les abeilles sans pollen, *i.e.* nous soustrayons aux pollinisateurs totaux les valeurs d'abeilles avec pollen, alors le R^2 augmente encore pour atteindre une valeur intéressante à analyser de 0,661.

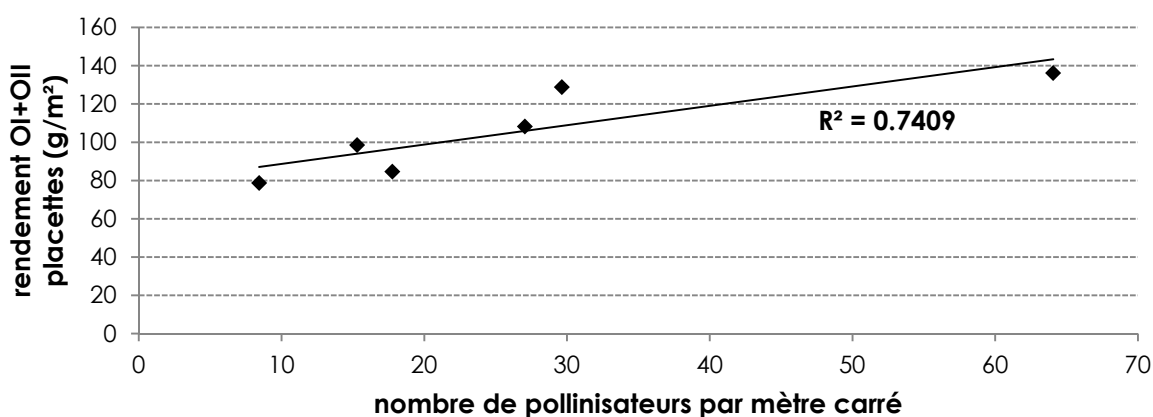


Figure 39: Nuage de points entre le rendement des OI+OII et le nombre moyen de pollinisateurs sauvages + abeilles domestiques sans pelotes de pollen par mètre carré, sur parcelles populations ; Beauce, récolte 2013.

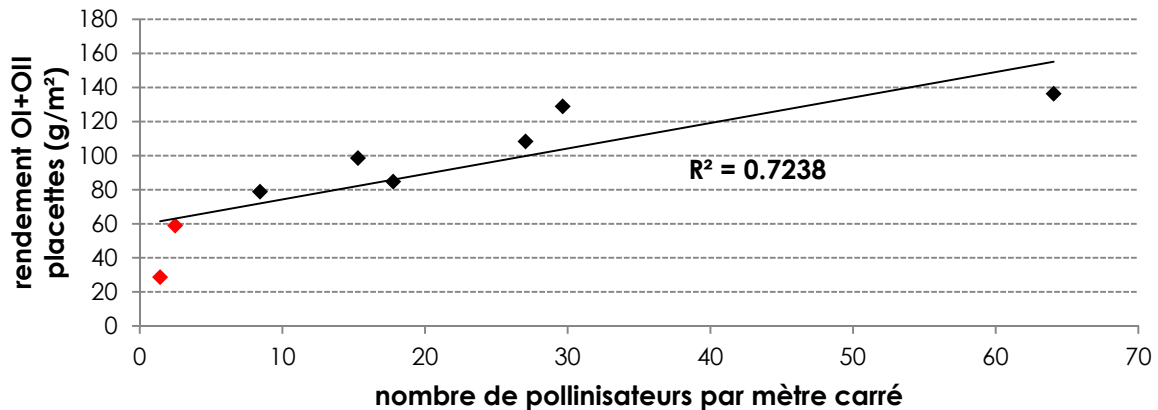


Figure 40: Nuage de points avec ajout de 2 parcelles populations supplémentaires issues de l'essai pollinisation de 2012 (en rouge) Beauce, récolte 2013

La **Figure 6**, concernant la contribution des différents ordres au rendement total, nous a renseignés sur le fait que, sur populations, les OIII contribuent assez peu au rendement total en règle générale.

De ce fait, il apparaît pertinent de ne s'intéresser qu'au rendement des OI et OII vis-à-vis de nos données précédentes. Ainsi, en ne prenant que les valeurs de rendement de nos placettes pour les OI et OII et le nombre de pollinisateurs sauvages plus abeilles sans pollen par mètre carré pour la période de floraison des OI et OII, *i.e.* 50%OIDF à 50%OIIF, le coefficient de détermination augmente à nouveau pour atteindre une valeur de $R^2 = 0,74$ (**Figure 39**: Nuage de points entre le rendement des OI+OII et le nombre moyen de pollinisateurs sauvages + abeilles domestiques sans pelotes de pollen par mètre carré, sur parcelles populations ; Beauce, récolte 2013).

39) La **Figure 40**: Nuage de points avec ajout de 2 parcelles populations supplémentaires issues de l'essai pollinisation de 2012 (en rouge) Beauce, récolte 2013

40 est intéressante car elle reprend la régression linéaire de la figure précédente mais en rajoutant les 2 parcelles du suivi de l'essai spécifique pollinisation de 2012, comme nous l'avons fait pour les hybrides (**Figure 36**). Ces nouveaux points de 2012 font légèrement baisser le R^2 , ce dernier passant de 0,74 à 0,72. Cette baisse est due à la parcelle ayant eu un rendement extrêmement mauvais (29 g/m²) et dont le résidu calculé pour la régression est le plus élevé.

Comme dans le cas des hybrides, la variable « nombre de pollinisateurs par mètre carré » est définie par le nombre d'ombelles en fleurs par mètre carré et par le nombre de pollinisateurs par ombelle en fleur. Le rendement peut donc être estimé par l'Équation 3 et les résidus sont présentés dans le

Tableau 17 (min = 1,9 ; max = 22,4).

Équation 3 : Estimation du rendement 2013 des OI + OII (Rdt) en fonction du nombre d'ombelles en fleurs par mètre carré (NbOf), du nombre de pollinisateurs sauvages par ombelle (NbSa) et du nombre d'abeilles sans pelotes de pollen par ombelle (NbAbsp), sur populations

$$\text{Rdt OI + OII estimé populations 2013} = (\text{NbOf} \times 0,754) + (\text{NbSa} \times 24,7) + (\text{NbAbsp} \times 702)$$

Tableau 17 : Résultats des 6 parcelles populations de 2013 vis-à-vis de l'équation 3 ; Beauce, récolte 2013.

OI+OII	Rdt observé (g/m ²)	Nb Omb en fleur / m ²	Nb Sa /Omb en fleur	Nb Absp / Omb en fleur	Rdt estimé (g/m ²)	Résidu (g/m ²)
P4	108,3	113,5	0,137	0,043	119,3	-11,0
P5	128,9	99,0	0,180	0,046	111,1	17,8
P6	98,5	54,2	0,081	0,077	96,6	1,9
P10	136,3	144,7	0,293	0,048	150,3	-14,0
P11	78,8	63,4	0,119	0,063	56,4	22,4
P12	84,7	63,3	0,101	0,009	95,2	-10,5

2.8. Ravageurs

Pour rappel, les données de captures de punaises et psylles de 2012 présentées ci-dessous sont calculées en valeurs de filet fauchoir à partir des valeurs d'aspiration, dans le but de les comparer aux captures de 2013.

2.8.1. Psylles

Le nombre de psylles capturés en 2012 a été beaucoup plus important qu'en 2013 (**Figure 41**). La variable avant ou après floraison ne semble pas être déterminante dans l'observation de ces résultats, bien que l'on observe, en règle générale, plus de captures après la floraison, *i.e.* après 50%OIIFF.

Le **Tableau 188** indique l'existence d'une corrélation négative forte entre le nombre moyen de psylles capturés en 2012 et 2013 et le rendement des placettes de suivi. D'après le calcul, plus le nombre de psylles augmente, plus le rendement diminue. Cependant, et d'après les résultats de la **Figure 41**: *Nombre moyen de psylles capturés au filet par parcelle, pendant et après la floraison, Beauce, récolte 2012 et 2013.*

1, il paraît important de distinguer les résultats de 2012 et 2013. Nous remarquons alors que le $r_{s2012} = -0,53$ et le $r_{s2013} = -0,67$. La corrélation est toujours négative, quelque soit l'année, mais nous constatons que seul 2013 est significatif statistiquement.

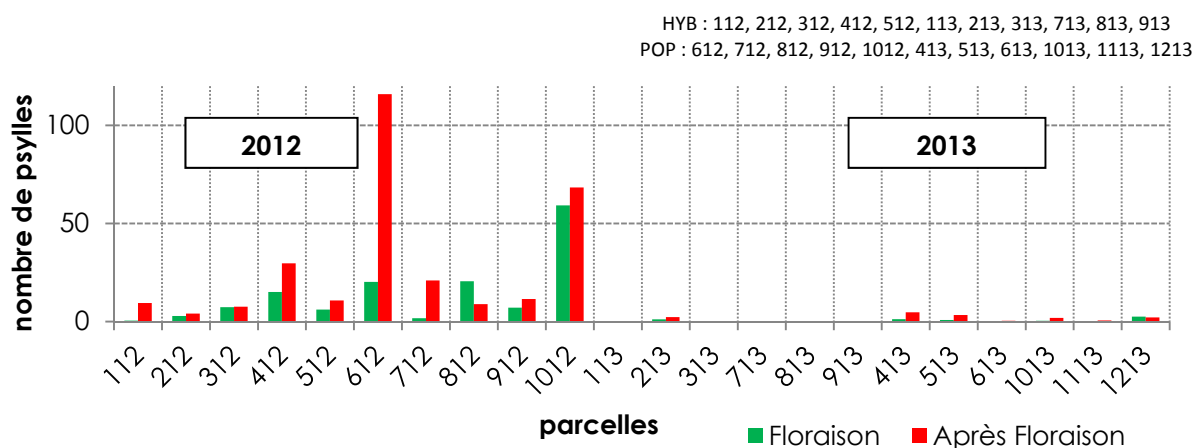


Figure 41: Nombre moyen de psylles capturés au filet par parcelle, pendant et après la floraison, Beauce, récolte 2012 et 2013.

Tableau 18 : Matrice de corrélations entre le nombre moyen de psylles et le rendement des placettes ; Beauce, récolte 2012 et 2013.

Corrélations	Psylles sur toute la période d'échantillonnage		
	2012	2013	2012 + 2013
Rendement placettes	-0,53	-0,67*	-0,82**

* : valeur significative (seuil 5%) ** : valeur hautement significative (seuil 1%)

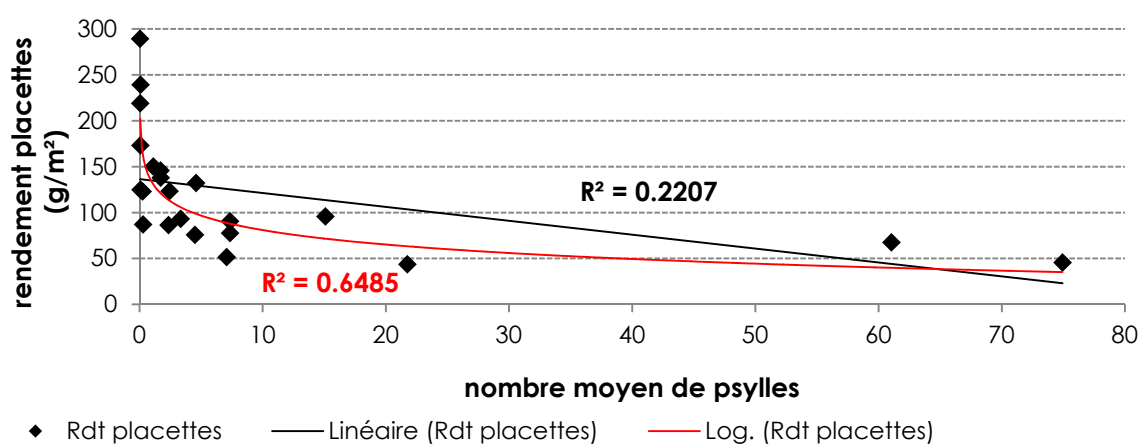


Figure 42: Nuage de points entre le rendement des placettes et le nombre moyen de psylles capturés ; Beauce, récolte 2012 et 2013

La corrélation pour l'ensemble des parcelles étudiées étant forte, le nuage de points de la **Figure 42: Nuage de points entre le rendement des placettes et le nombre moyen de psylles capturés ; Beauce, récolte 2012 et 2013**

2 peut nous renseigner sur leur distribution dans un plan. Nous constatons que cette distribution semble plus logarithmique que linéaire, les coefficients de détermination calculés le confirment avec $R^2_{Log} = 0,648$ et $R^2_{linéaire} = 0,22$. Ce résultat sera discuté dans la Synthèse.

Tableau 19 : Valeurs des coefficients de détermination linéaires et logarithmiques calculés entre le nombre moyen de psylles et le rendement des placettes ; Beauce, récoltes 2012 et 2013

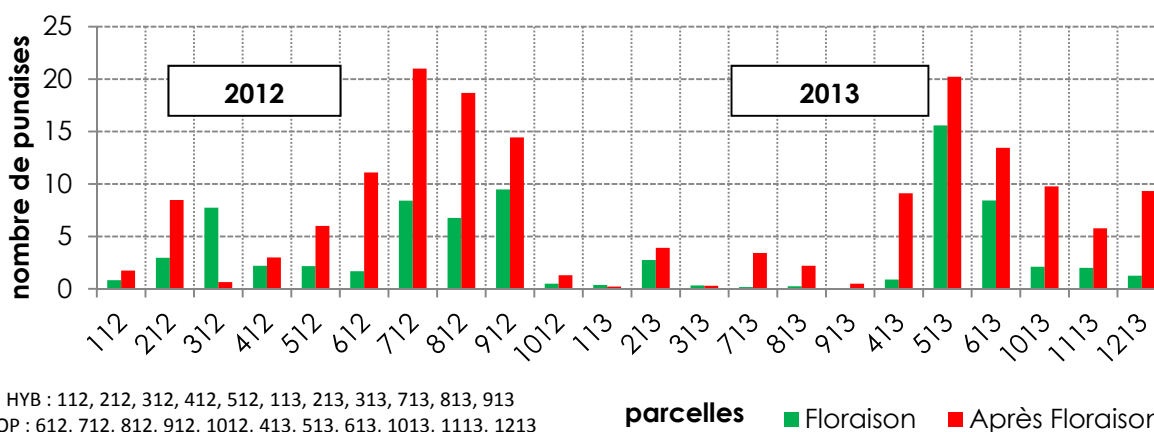
R²	Psylles sur toute la période d'échantillonnage					
	2012		2013		2012 + 2013	
	Linéaire	Log.	Linéaire	Log.	Linéaire	Log.
Rendement	0,26	0,33	0,26	0,42	0,22	0,65

Etant donné les observations faites sur le **Tableau 189** et la **Figure 42**: *Nuage de points entre le rendement des placettes et le nombre moyen de psylles capturés ; Beauce, récolte 2012 et 2013*

2, le détail est apporté concernant les coefficients de détermination pour 2012 et 2013. Ces coefficients sont assez faibles et ne traduisent pas de relation nette entre le rendement et le nombre de psylles

2.8.2. Punaises

2.8.2.1. Captures au filet



HYB : 112, 212, 312, 412, 512, 113, 213, 313, 713, 813, 913
 POP : 612, 712, 812, 912, 1012, 413, 513, 613, 1013, 1113, 1213
parcelles ■ Floraison ■ Après Floraison
Figure 43: Nombre moyen de punaises capturées au filet par parcelle, pendant et après la floraison ; Beauce, récoltes 2012 et 2013.

Si la **Figure 41**: *Nombre moyen de psylles capturés au filet par parcelle, pendant et après la floraison, Beauce, récolte 2012 et 2013.*

1 nous indique que les piégeages entre 2012 et 2013 concernant les psylles ont donné des résultats très différents, ce n'est pas le cas pour les punaises (*Lygus* et *Orthops*, adultes et larves). En effet, les niveaux de populations capturés sont assez comparables entre les deux années (**Figure 43**). Nous observons toujours plus de punaises sur populations (pour rappel, 612 à 1012 et 413, 513, 613, 1013, 1113, 1213). Il semble y avoir eu moins de captures en 2013 sur hybrides par rapport à 2012.

De même, hormis quelques exceptions, un plus grand nombre de punaises sont capturées après la floraison.

2.8.2.1.1. Liens avec la FG

Tableau 20 : Matrice de corrélations entre le nombre moyen de punaises collectées pendant et après la floraison toutes parcelles confondues et la typologie des semences ; Beauce, récolte 2013.

Corrélations	Punaises de 50%DFOI à 50%FFOIII	Punaises après floraison OIII
Normaux	-0,537*	-0,424
Anormaux	0,369	0,178
Anormaux pourris	-0,001	0,037
Non Germées	0,486*	0,465*
Non Germées Pourries	0,254	0,162
Non Germées Saines	0,508*	0,663**
NG S 0 ou 1 embryon	0,339	0,500*
NG S 1 embryon sain	0,124	0,273
NG S 1 embryon nécrosé	0,434*	0,592**

* : valeur significative (seuil 5%) ** : valeur hautement significative (seuil 1%)

Le **Tableau 2020** nous indique que les populations de punaises capturées sont plutôt corrélées aux semences non germées et en particulier aux non germées saines (NGS). Nous observons notamment que la valeur la plus élevée de cette matrice vaut pour la corrélation entre le nombre moyen de punaises capturées après floraison et les non germées saines ($r_s = 0,663$). En détaillant un peu plus les différents types de non germées saines, il apparaît que les corrélations les plus importantes sont calculées pour les NGS à un embryon nécrosé.

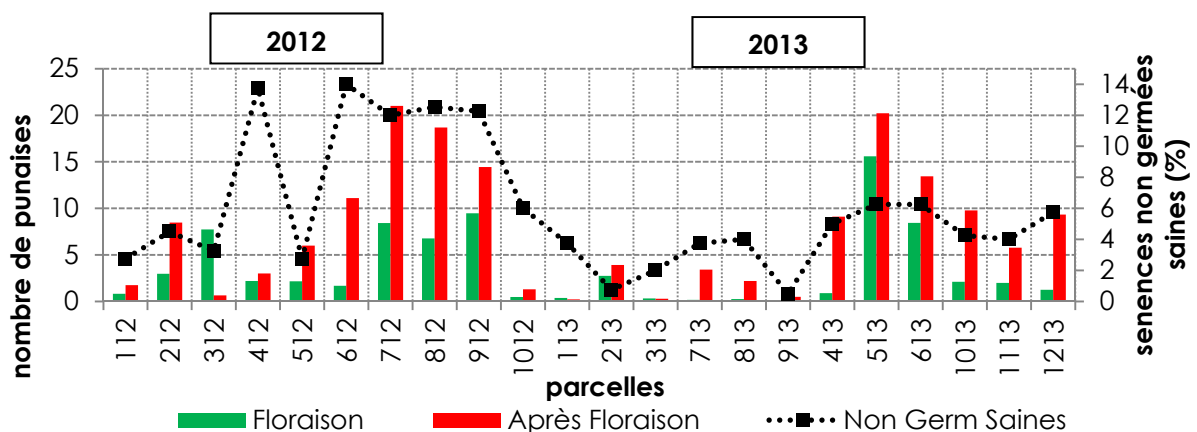


Figure 44: Nombre moyen de punaises capturées au filet et pourcentage de semences non germées saines par parcelle ; Beauce, récolte 2012 et 2013.

Grâce à cette information concernant la corrélation entre punaises et semences non germées saines (NGS), nous pouvons superposer à la **Figure 43: Nombre moyen de punaises capturées au filet par parcelle, pendant et après la floraison ; Beauce, récoltes 2012 et 2013.**

les points représentant les pourcentages de NGS (**Figure 44**). Cela nous permet ainsi d'avoir une approche plus visuelle de cette corrélation et nous pouvons, en outre, constater que les parcelles 412, 612 et probablement 1012 « affaiblissent » la valeur de notre coefficient de corrélation. En effet, en retirant ces parcelles de notre calcul, ce coefficient r_s monte à 0,86, nous pouvons même ajouter que le coefficient de détermination R^2 vaut alors 0,69 (données non présentées). Le but n'étant pas de retirer le plus de point possible, cette observation sera discutée dans la partie Synthèse.

Il convient plutôt, d'une part, de séparer 2012 et 2013 et, d'autre part, de distinguer les périodes pendant et après floraison. Les résultats font apparaître un effet de la présence de ces punaises sur la faculté germinative, et plus précisément sur l'apparition de semences ne germant pas et saines.

En 2012 et 2013 (figures 45 et 46), une relation linéaire entre le nombre moyen de punaises capturées sur toute la durée échantillonnage et le pourcentage de semences non germées saines est constatée ($R^2_{2012} = 0,49$ et $R^2_{2013} = 0,48$). En découpant les résultats obtenus nous constatons que la relation, pour les deux années, est plus forte après floraison ($R^2_{2012} = 0,55$ et $R^2_{2013} = 0,58$). La principale différence entre 2012 et 2013 tient aux pourcentages de semences non germées saines jusqu'à deux fois plus importants en 2012.

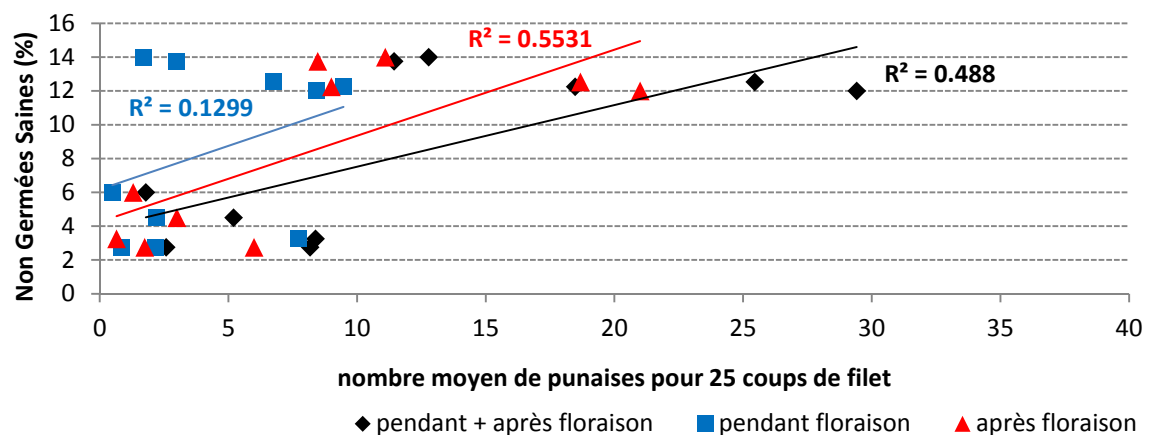


Figure 45: Relation entre le pourcentage de semences non germées saines pour les 3 ordres d'ombelles et le nombre moyen de punaises capturées pendant et après floraison (noir), pendant floraison (bleu) et après floraison (rouge), récolte 2012.

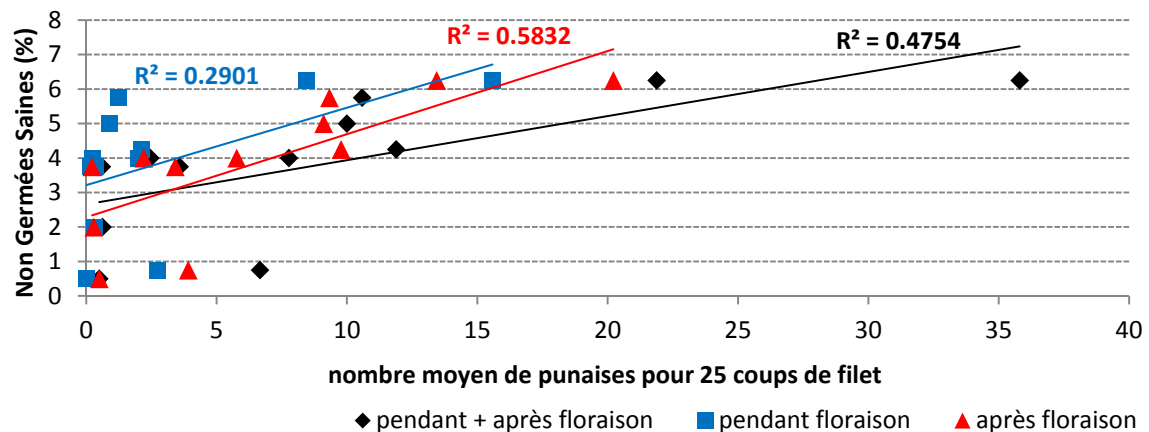


Figure 46: Relation entre le pourcentage de semences non germées saines pour les 3 ordres d'ombelles et le nombre moyen de punaises capturées pendant et après floraison (noir), pendant floraison (bleu) et après floraison (rouge), récolte 2013.

2.8.2.1.2. Vols d'*Orthops*

En 2013, les *Orthops* ont été capturés en bien plus grand nombre que les *Lygus* (données non présentées), or, ces *Orthops* sont bien moins connus, notamment au niveau de leur biologie, que les *Lygus*. Pour essayer de dégager une première tendance concernant les vols de ces

insectes pendant l'été, nous avons étudié de plus près les résultats de captures obtenus sur les deux parcelles les plus infestées de 2013, à savoir la 513 et la 613, deux parcelles populations.

Sur ces deux parcelles, hormis le 24/07 où deux *Lygus* ont été capturés sur la 613, il n'y a eu que des observations d'adultes d'*Orthops*. Ainsi, bien que la distinction des larves entre ces deux genres de Miridae soit habituellement difficile (en particulier pour les premiers stades larvaires), nous pouvons fortement supposer que celles observées sur ces parcelles étaient bien des larves d'*Orthops*, puisque quasiment aucun *Lygus* adulte n'a été capturé.

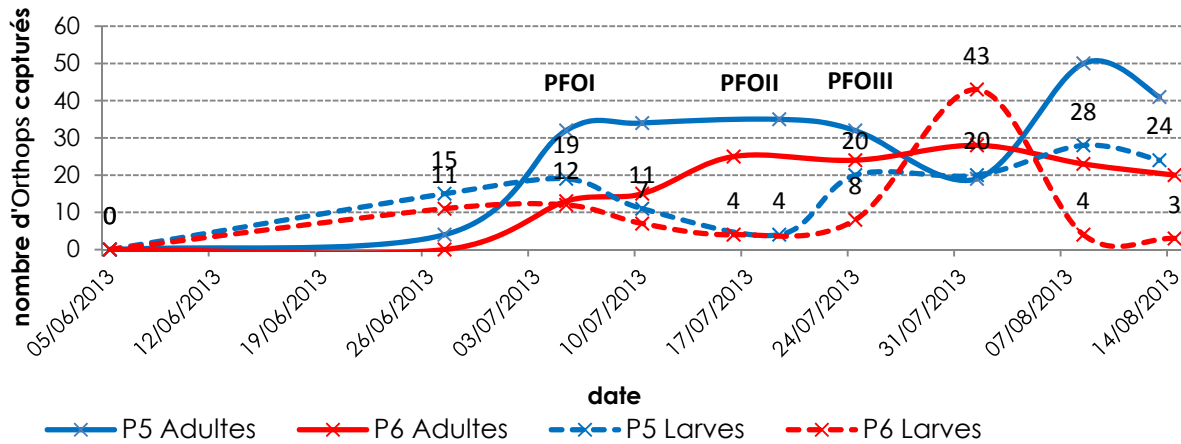


Figure 47: Nombre moyen d'*Orthops* adultes et larves capturés par répétition et par semaine, sur les parcelles 513 et 613; Beauce, récolte 2013.

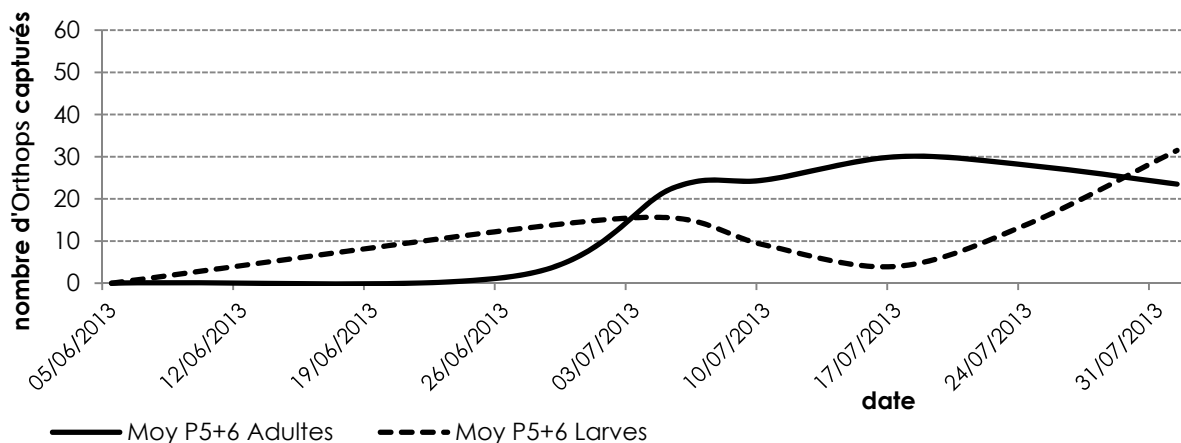


Figure 48: Nombre moyen d'*Orthops* adultes et larves capturés par répétition et par semaine, moyenne des parcelles 513 et 613; Beauce, récolte 2013

Les **Figure 48**: Nombre moyen d'*Orthops* adultes et larves capturés par répétition et par semaine, moyenne des parcelles 513 et 613; Beauce, récolte 2013

et 48 nous indiquent que les larves sont capturées en premier vers la mi-juin tandis que les adultes le sont vers fin juin – début juillet. Passée cette période, les adultes sont capturés de manière assez constante alors que les larves voient leurs populations baisser progressivement jusqu'à la mi-juillet, période à laquelle le nombre de captures ré-augmente jusqu'en août.

Une information importante est à noter sur la **Figure 47**: Nombre moyen d'*Orthops* adultes et larves capturés par répétition et par semaine, sur les parcelles 513 et 613; Beauce, récolte 2013.

7. Alors qu'il n'y a pas eu de traitements insecticides sur la parcelle 5 pendant la période étudiée, sur la parcelle 613, un Karate Xpress a été appliqué le 01/08. Sur le graphique nous

constatons que, si le nombre d'adultes n'a que très légèrement diminué après cette date, les larves sont passées de 43 individus le 01/08 à 4 individus le 08/08.

2.8.2.2. Pièges à phéromones

Tableau 21 : Tableau récapitulatif des données de piégeage par phéromones *Lygus* ; Beauce, récolte 2013.

LR piège avec phéromones spécifiques à l'espèce *Lygus rugulipennis* ; LP piège avec phéromones spécifiques à l'espèce *Lygus pratensis*

N° parcelle	Piège	Nombre de <i>Lygus</i> piégés	Nombre d' <i>Orthops</i> piégés	Autres punaises ?	Positionnement des pièges dans la parcelle
313	LR1	3	51	0	Bord
	LR2	2	24	0	Centre
Total 313		5	75	0	
413	LP1	94	2	34	Bord
	LP2	198	1	8	Centre
	LR1	2	30	6	Bord
	LR2	2	33	2	Centre
Total 413		296	66	50	
813	LR1	1	23	4	Centre
	LR2	1	20	1	Bord
Total 813		2	43	5	

Plusieurs informations sont à retenir du Erreur ! Source du renvoi introuvable.**21**.

Sur les trois sites étudiés, nous remarquons que les pièges *Lygus rugulipennis* (LR) capturent beaucoup plus d'*Orthops* que de *Lygus* et ce, quelque soit la provenance de la capsule (Agralan ou Greenwich). A l'inverse, les pièges *Lygus pratensis* (LP) capturent beaucoup de *Lygus* et très peu d'*Orthops*.

La catégorie « Autres » est représentée par des punaises qui ne sont pas des deux genres qui nous intéressent en particulier. On y retrouve les familles Pentatomidae et Miridae. Nous constatons que c'est le piège LP1 sur le site 2 qui en a capturé le plus.

Le positionnement des pièges sur la parcelle n'indique pas de tendance en termes de capture. En effet, sur le site 1 le bord piège plus que le centre, à l'inverse des LP du site 2. C'est un schéma encore différent pour les pièges restant, les captures étant assez équilibrées pour les LR des sites 413 et 813.

Il est aussi intéressant de comparer les résultats de captures des pièges phéromones à ceux des filets fauchoirs, pour les *Orthops*. En effet, à chaque date de relevé de piège correspond un échantillonnage au filet sur la parcelle. En calculant le coefficient de détermination entre ces deux variables, nous obtenons un $R^2 = 0,004$, soit quasiment nul.

3. SYNTHÈSE

3.1. Rendement et Faculté Germinative

Les rendements et facultés germinatives moyens des placettes de suivi de 2013 sont supérieurs à ceux de 2012. L'analyse de ces meilleurs résultats est détaillée par la suite, notamment en ce qui concerne des facteurs explicatifs importants comme le climat, la pollinisation et les punaises.

Etant donné que les résultats présentés sont obtenus sur la moyenne des trois placettes de récolte de chaque placette, il est bon de s'interroger sur la fiabilité de ces résultats, en termes d'interprétation, notamment vis-à-vis de ceux obtenus au final par les établissements. Autrement dit, les résultats obtenus sur nos placettes sont-ils représentatifs des résultats des établissements ?

Ainsi, le coefficient de détermination entre les résultats de rendement des placettes en kg/ha, *i.e.* en prenant en compte le ratio femelles/mâles des parcelles hybrides, et les résultats de rendement net des établissements est égal à 0,64 pour les 27 parcelles suivies en 2012 et 2013 (données non présentées). Le lien entre ces types de rendement est assez fort mais il est sans doute diminué par l'hétérogénéité de densité rencontrée à l'échelle d'une parcelle entière. De même, le rapport entre les rendements des placettes et les rendements nets des établissements est égal à $2,02 \pm 0,76$. Ainsi, les hypothèses et conclusions présentées ci-dessous concernant les résultats de nos placettes paraissent tout à fait extrapolables à l'échelle de la parcelle.

3.1.1. Rendement

Bien que les rendements de 2013 soient supérieurs à ceux de 2012, une tendance reste constante entre les deux années, à savoir, la contribution des ordres I, II et III au rendement total. Pour les deux types ce sont les OII qui contribuent les plus au rendement. Chez les hybrides, ce sont les OI qui contribuent le moins au rendement alors que chez les populations ce sont les OIII.

Quels facteurs pourraient expliquer ces résultats ?

Sur hybrides, le décalage de floraison entre les mâles et les femelles des OI semblaient être une piste pertinente, mais les résultats ne semblent pas confirmer cette hypothèse, en 2013. En effet, la parcelle 213 qui a le décalage le plus important, *i.e.* 11 jours, est aussi celle qui a la contribution des OI la plus importante, alors que l'on pourrait supposer que ce soit l'inverse, selon notre hypothèse.

La différence entre les variétés étudiées entre sans doute en jeu. Mais là encore, en ne se focalisant que sur les parcelles 313, 713, 813 et 913 qui sont de la même variété, aucune tendance ne se dégage puisque nous constatons que la parcelle 313 (2 jours de décalage) et la 713 (10 jours) ont quasiment la même contribution au niveau des OI (respectivement 9,3 et 8,9 %).

En ce qui concerne les populations le résultat obtenu n'apparaît pas nécessairement problématique. En effet, Villeneuve (1992) indique qu'en fonction de la densité, la contribution des OI varie de 20 à 60 %, les OII de 40 à 80 % et les OIII de 0 à 20 %. Nous retrouvons ainsi les chiffres de notre Tableau 5. Il est donc normal, si les OI et OII contribuent au total comme attendu de manière théorique, que les OIII présentent une plus faible contribution.

En parallèle à cette observation, la contribution élevée des OIII sur hybrides est due au fait que les OI ont du mal à peser dans le total. Les OIII compensent cette perte, ce qui est normal, le problème restant de savoir pourquoi la contribution des OI est faible.

3.1.2. Faculté Germinative

Nous venons de voir que la contribution des OI sur hybride est faible. Les résultats de FG sont très intéressants à cet égard, car 13 parcelles hybrides sur les 16 récoltées en 2012 et 2013 présentent une FG des OI inférieure à celle des OIII. Nous pouvons même ajouter qu'aucune des parcelles hybrides n'a comme meilleure FG des trois ordres, la FG des OI. Il semblerait donc qu'il y ait un problème au niveau des OI sur hybrides, comme en attestent ces résultats de rendement et faculté germinative.

Sur populations, et comme observé pour le rendement, le schéma est inverse à celui des hybrides. En effet, les OI ont, sauf exceptions, la meilleure FG et les OIII la moins bonne. Ce schéma se rapproche du schéma théorique de germination en fonction de l'ordre, *i.e.* la germination et la qualité germinative diminue avec l'augmentation de l'ordre d'ombelle. Plusieurs auteurs ont déjà fait ce constat, notamment Quagliotti (1967), Oliva et *al.* (1988) ou encore Villeneuve et *al.* (1993).

Cependant, bien que cette observation soit conforme à celles déjà émises, la FG globalement faible des OIII sur populations laisse supposer qu'un ou plusieurs autres facteurs agissent sur cette perte de faculté germinative.

La principale hypothèse quant à cette diminution de FG est que les piqûres de punaises au champ causent des dégâts au niveau embryonnaire. Cette hypothèse sera discutée plus loin dans cette synthèse, grâce aux résultats de captures de ces insectes. En parallèle, les résultats de typologie seront aussi analysés *via* ces résultats de captures.

3.2. Climat

Le climat est un facteur déterminant pour réussir une bonne conduite culturale. En multiplication de semences, que ce soit pour la période définie entre le semis et le début de la floraison ou pour celle entre la floraison et la maturation des graines, les conditions climatiques influencent de très nombreux facteurs eux-mêmes susceptibles d'être, *in fine*, primordiaux (pollinisation, maladies, insectes ravageurs, etc.).

En Beauce, deux périodes distinctes peuvent être définies vis-à-vis des données climatiques de 2012 et 2013. Elles correspondent à celles énoncées précédemment, *i.e.* (1) entre le semis et le début de la floraison, et (2) entre la floraison et la récolte.

Nous avons ainsi vu que la période (1) de 2013 a été plus froide et pluvieuse que celle de 2012, excepté pour le mois de février où les températures en 2012 ont été très basses. A l'inverse la période (2) a été moins arrosée et plus chaude en 2013. En considérant les

résultats de rendement et FG nettement supérieurs en 2013, il apparait que cette période (2) est la plus importante de la saison, en termes de conditions climatiques. Ce n'est finalement pas étonnant puisque cette durée depuis le début de la floraison jusqu'à la récolte correspond au développement et à la maturation du produit final récolté, *i.e.* les graines. Cette observation est corroborée par les résultats qui nous indiquent des corrélations négatives entre la pluviométrie et le rendement - FG.

Les données climatiques nous renseignent aussi sur le fait que, d'une localité à l'autre, la météo peut-être parfois très différente, principalement en ce qui concerne la pluviométrie. Cela nous rappelle aussi que l'on ne peut pas « agir » sur ce facteur clé qu'est le climat. Il faut ainsi accepter que, en fonction des conditions climatiques, certaines années soient moins bonnes que d'autres en termes de production. La question que nous pourrions alors nous poser est : comment optimiser cette production quand l'année climatique est bonne et comment réduire les dégâts quand elle est mauvaise ?

3.3. Données de végétation

Les données de végétation telles que la hauteur et la densité de plantes nous indiquent que le développement végétatif a été plus important en 2013, ce qui est sans doute à relier aux conditions climatiques vues précédemment.

En ce qui concerne les données racinaires du suivi d'automne – printemps, la conclusion respecte la logique, *i.e.* la croissance des racines a lieu, mais ces données seront surtout exploitées et discutées en lien avec celles de symptômes et maladies racinaires.

Les résultats ne nous permettent pas d'établir un lien direct entre la hauteur ou la densité et le rendement. Il semble plus probable que ces facteurs agissent à des degrés moindres et en combinaison entre eux et avec d'autres.

3.4. Composition chimique

L'analyse chimique des semences montre des différences entre 2012 et 2013 au niveau des éléments Fer et Cuivre. Il est difficile d'apporter une explication quant à cette observation. Quels sont les facteurs qui induisent l'accumulation ou non de ces deux éléments dans la graine ? En outre, quel est leur rôle précis dans le fonctionnement de cette dernière ? Participent-ils à la germination ou alors sont-ils plus sollicités lors de la formation de la graine ?

En ce qui concerne la germination, l'analyse des résultats ne permet pas de tirer de conclusions précises quant au rôle individuel de chaque élément. Peut-être existe-t-il des synergies entre plusieurs éléments ?

Malgré tout, il est à noter que le Cuivre apparait une nouvelle fois dans l'analyse, avec une corrélation vis-à-vis des germes anormaux de -0,62 et un $R^2 = 0,42$. Cet élément est peut-être important dans la germination, mais à l'heure actuelle, nous ne pouvons pas apporter plus d'informations.

3.5. Floraison

Nous avons vu dans la partie Résultats que la floraison en 2012 avait été, en moyenne, plus précoce qu'en 2013. De même, pour les deux années d'études, les hybrides ont fleuri, en moyenne, avant les populations. Comment expliquer ces deux observations ?

Le climat, comme nous l'avons vu précédemment, apparaît être un facteur décisif dans l'initiation de la floraison. Les génétiques variétales aussi. En effet, les différentes caractéristiques de la floraison sont particulièrement liées aux variétés utilisées. Il est ainsi possible, au sein même des parcelles hybrides de l'étude par exemple, d'avoir des différences significatives au niveau de la date de début de floraison des OI, en fonction du type variétal.

En parallèle aux observations faites ci-dessus, un décalage de floraison entre les lignées mâles et femelles des hybrides est aussi observé. Nous nous sommes questionnés sur l'impact de ce décalage notamment en ce qui concerne la faible contribution des OI au rendement total. En effet, si ce décalage empêche ou limite la bonne concordance entre l'émission du pollen et la réceptivité, il semblerait assez logique que cela impacte négativement le rendement et, par compensation des OII et OIII, la contribution des OI. Cependant, les résultats ne confirment pas cette hypothèse. S'agit-il, là encore, d'une spécificité des génétiques utilisées, *i.e.* les caractéristiques du pollen et/ou des organes récepteurs sont différentes entre elles ?

S'il reste encore de nombreuses questions concernant le fonctionnement de la floraison en elle-même, le calcul des dates des différents stades de la floraison en fonction des ordres est extrêmement important pour l'analyse d'autres facteurs étudiés, à savoir, la pollinisation et les ravageurs. Effectivement, il est essentiel de pouvoir relier les données de ces deux derniers facteurs à l'état d'avancement de la floraison, afin de mieux comprendre leur fonctionnement.

3.6. Maladie

Globalement, les cultures de la campagne 2012 ont un mauvais état racinaire (très peu de racines saines) à pleine floraison et ont subi une pression phomopsis non négligeable.

Avant l'entrée en repos végétatif (fin 2012) de la 2^{ème} année d'enquête, les racines sont très peu abimées ce qui constitue une première information importante. La notation d'avril 2013 nous informe ensuite sur le fait que ces racines n'ont pas subi de dégâts liés à des pourritures mais plutôt liés à des blessures. Ces blessures sont définies par des trous, des galeries, des fissures et éclatements du pivot ainsi que des décollements de l'épiderme. La période hivernale entre décembre et avril semble donc être plus particulièrement critique vis-à-vis de ce genre de dégâts. Ces derniers sont sans doute provoqués principalement par le gel et par des ravageurs (limaces voire mouches, même si ces dernières sont peu présentes dans notre zone d'étude beauceronne).

Le suivi d'avant floraison permet de s'intéresser à une autre question concernant les caractéristiques morphométriques des racines et en particulier le diamètre au collet. En effet, existe-t-il un lien entre ce diamètre et la fréquence de blessures et pourritures racinaires ? Les grosses racines sont-elles plus sujettes aux dégâts de gel ? a ce jour, aucune relation n'a pu être mise en évidence dans l'analyse des résultats.

Au niveau des tiges, c'est le suivi hebdomadaire de l'été (juin, juillet et août) qui nous a permis d'élaborer nos résultats.

Les fréquences de plantes atteintes de jaunissements et grillures ont été peu observées en juin mais se sont progressivement développées pour atteindre sur certaines parcelles des valeurs importantes. Ces deux types de symptômes ne sont, à l'heure actuelle, toujours pas identifiés malgré l'envoi de plusieurs plantes atteintes à différents laboratoires de diagnostic. Plusieurs hypothèses sont possibles : une sénescence normale, une ou des carences et inversement un ou des excès en éléments, des maladies du genre *Alternaria* ou *Cercospora* ou autres (virus ?).

Parallèlement aux observations sur la fréquence de plantes atteintes, entre le mois de juillet et le mois d'août, l'intensité de plantes atteintes (*i.e.* le pourcentage d'attaque sur une plante) n'évolue pas au contraire de la fréquence qui augmente. Cette observation est difficilement interprétable du fait de l'indétermination des symptômes étudiés.

Par exemple, si nous n'avions à faire uniquement à une sénescence, l'augmentation de la fréquence apparaîtrait normale, mais pourquoi l'intensité n'évoluerait-elle pas ?

En définitive, bien que ces symptômes soient suspects, aucune relation entre ces derniers et le rendement n'est établie en 2013.

3.7. Pollinisation

La pollinisation est une partie très importante à analyser, notamment en ce qui concerne le rendement. Pour rappel, les résultats de pollinisation de l'enquête culturale sont ceux de 2013, les analyses et les conclusions expliquées par la suite ne valent donc que pour cette année-là. Néanmoins, l'intégration de parcelles du suivi pollinisation (Beauce, récolte 2012 - P12J05) permet de développer certaines hypothèses.

En outre, l'analyse des résultats nous permet de conforter l'idée que la pollinisation fonctionne différemment entre les hybrides et les populations.

3.7.1. Hybrides

Sur hybrides, l'importance des abeilles domestiques, et plus particulièrement des abeilles sans pelotes de pollen sur les pattes, est mise en évidence.

La distinction des abeilles avec et sans pelotes de pollen est essentielle car leur activité de butinage est complètement différente. Les abeilles avec pelotes sont à la recherche de pollen et non de nectar. Une fois le pollen collecté dans les corbicules (corbeilles à pollen), celui-ci ne peut plus servir à la pollinisation. Comme sur hybride ce sont les lignées mâles (mâles fertiles) qui produisent le pollen et pas les lignées femelles (mâles stériles), il est normal que nous comptions plus d'abeilles avec pelotes sur les lignées mâles que sur les femelles.

A l'inverse, les abeilles sans pelotes sont à la recherche de nectar et sont donc aptes à polliniser en accumulant du pollen sur les soies qui recouvrent leur corps, ce pollen étant ensuite déposé sur les stigmates des fleurs pendant le butinage. Il est donc très important que les butineuses à nectar soient présentes en nombre assez important et qu'elles passent de la lignée mâle à la lignée femelle afin de déposer le pollen. Un certain nombre d'abeilles sans pelotes doit donc être observé sur les deux lignées, ce qui est bien le cas en 2013.

Concernant les nombres de pollinisateurs comptés sur 100 ombelles, les résultats de la matrice sont à interpréter avec prudence car le nombre conséquent de données échantillonnées servant au calcul du coefficient (ici le ρ de Spearman) fait que ce dernier peut être statistiquement significatif bien que sa valeur soit faible (e.g. $r_s = 0,30$).

Malgré tout, en ce qui concerne les valeurs statistiquement significatives entre abeilles avec et sans pelotes nous pouvons dire que :

- Sur femelles, il n'y a que très peu d'abeilles avec pelotes observées, comme expliqué précédemment, donc beaucoup de valeurs nulles pour cette variable. Les quelques abeilles avec pelotes observées l'ont surtout été quand beaucoup de sans pelotes ont été dénombrées, d'où la significativité du test, mais aucune relation entre ces deux variables ne peut clairement être exprimée.
- Sur mâles, la corrélation entre ces deux variables semble plus marquée mais de manière plus logique. En effet, cela est dû d'une part au fait que l'on peut retrouver, sur lignées mâles, à la fois des butineuses de nectar et de pollen et d'autre part que, comme expliqué ci-dessus, plusieurs répétitions présentent des valeurs nulles pour les deux variables ce qui accroît la corrélation.
- Sur populations, le constat est similaire à celui exprimé pour les mâles.

Nous constatons qu'une corrélation significative au seuil 5% existe entre le nombre d'abeilles avec pelotes et le nombre de pollinisateurs sauvages, sur populations. Cependant, du fait de la valeur faible du coefficient ($r_s = 0,20$), aucune conclusion ne semble pouvoir être émise.

Concernant les autres valeurs de cette matrice, le fait qu'elles soient proches de 0 nous indique qu'aucune relation ne semble exister entre les variables étudiées, ce qui constitue une information à part entière. Ainsi, à l'échelle d'une répétition, aucun pattern en termes de dénombrement des trois types de pollinisateurs n'est observable.

Par ailleurs, il semble exister un lien fort entre le nombre d'abeilles sans pollen par mètre carré et le rendement des placettes. Il faut rappeler que, le nombre d'abeilles sans pelotes de pollen par mètre carré dépend de deux variables, d'une part du nombre d'ombelles en fleurs par mètre carré et, d'autre part, du nombre d'abeilles sans pollen par ombelle. Par ailleurs, ce résultat est très important à prendre en compte, mais il devra être étudié de plus près, au-delà de nos parcelles de 2013, pour être véritablement confirmé. Comme énoncé dans la partie Résultats, le nombre de ruches ne semble pas être déterminant dans l'augmentation du nombre d'abeilles par mètre carré, mais il est important de rappeler que cette observation ne vaut que pour 2013. A l'opposé, des parcelles moins grandes et une meilleure répartition des ruches en leur sein pourrait peut-être augmenter le nombre d'abeilles par mètre carré. Cette hypothèse, là encore, serait à développer plus précisément, notamment par l'observation de la qualité des ruches.

De plus, la quantité de nectar disponible pour les abeilles butineuses semble aussi primordiale. Pour les deux parcelles de 2012, très peu de ces abeilles collectrices de nectar ont été comptées, à l'inverse des abeilles recherchant du pollen (données non présentées). Le climat pendant la floraison 2012 a sûrement beaucoup influencé cette observation et il est fort probable que la production de nectar par les plantes n'ait pas été suffisante.

3.7.2. Populations

Sur les parcelles de populations, les pollinisateurs sauvages (bourdons, abeilles sauvages et diptères) sont observés en plus grand nombre que les abeilles domestiques et que sur hybrides. Leur rôle essentiel pour la pollinisation en parcelles de populations est sans doute beaucoup plus marqué qu'en hybrides.

Cette hypothèse semble corroborée tout d'abord par l'importance des abeilles sans pelotes seules beaucoup plus limitée comme l'indique le $R^2 = 0,18$. Ensuite, le fait de rajouter les valeurs de pollinisateurs sauvages par mètre carré dans la régression, en plus des abeilles sans pelotes, fait grimper le R^2 à 0,66.

En ne nous intéressant qu'aux ordres d'ombelles I et II, et donc pour la période 50%OIDF à 50%OIIF, du fait de la faible contribution des OIII au rendement sur populations, le R^2 du rendement expliqué par le nombre de pollinisateurs sauvages plus les abeilles sans pelotes par mètre carré monte à 0,74. Une nouvelles fois, ce que l'on peut considérer comme 90% du rendement total sur populations est fortement déterminé par le complexe pollinisateurs sauvages – abeilles butineuses à nectar – nombre d'ombelles en fleurs.

En outre, il est possible que, en termes de pollinisation, les parcelles de populations soient un peu moins impactées par une mauvaise année climatique, par rapport aux hybrides. En effet, nous venons de voir que les pollinisateurs sauvages jouent un rôle plus important sur populations. Or, ces pollinisateurs sauvages sont plus actifs que les abeilles domestiques pour des températures plus froides et des conditions plus humides. De plus, si les abeilles domestiques rentrent à la ruche et y restent si la météo est défavorable, les pollinisateurs sauvages, et en particulier les diptères, sont beaucoup plus inféodés à la parcelle de culture en elle-même ou à ses abords (adventices et haies).

Malgré tout, l'apport des pollinisateurs sauvages n'étant pas maîtrisé comme un apport d'abeilles domestiques *via* les ruches, la variabilité interannuelle de leurs nombres peut s'avérer problématique.

Finalement, nous avons vu qu'il était possible que le nombre d'abeilles butineuses de nectar par mètre carré sur lignées femelles soit le facteur le plus important expliquant le rendement sur hybrides, quelque soit l'année. Il est probable que cette hypothèse soit aussi valable pour les populations, en prenant en compte le nombre d'abeilles butineuses de nectar et de pollinisateurs sauvages par mètre carré.

3.8. Ravageurs

L'interprétation des résultats de cette partie est à compléter par celles des essais spécifiques psylles (P13J26) et punaises (P13J20) : récolte 2012 et P13J29 : récolte 2013) conduits en Beauce (récolte 2013).

3.8.1. Psylles

Pour rappel, la capture de psylles en 2012 n'était pas ciblée comme en 2013. La découverte de ces insectes a d'abord eu lieu par la détermination (principalement jusqu'à la Famille ou Super-Famille) de tous les arthropodes piégés par aspiration. Ce n'est qu'après avoir constaté que ces Triozidae étaient présents en nombre que nous avons envoyé plusieurs spécimens à David Ouvrard, docteur en entomologie au Muséum de Londres, qui a déterminé l'espèce comme étant *Bactericera trigonica* Hodkinson. Cette espèce n'avait encore jamais été signalée, en France, au nord de la Loire.

La principale inquiétude concernant ce psylle est qu'il pourrait être vecteur de phytoplasmes ou de bactéries vasculaires. Le suivi au filet fauchoir de 2013 a donc été ciblé, entre autres ravageurs, sur les Triozidae.

Les résultats de captures montrent une nette différence entre 2012 et 2013 qu'il est assez difficile à expliquer. Malgré tout, deux hypothèses peuvent être avancées. La première est que notre équation pour calculer nos valeurs d'aspirations de 2012 en valeurs de filets fauchoirs n'est pas assez robuste. Pour rappel, le R^2 de la régression associée à cette équation vaut 0,52. Malgré tout, plusieurs pics de captures à l'aspiration auraient sans aucun doute été observés au filet. De même, les valeurs indiquées sur la Figure 41 : *Nombre moyen de psylles capturés au filet par parcelle, pendant et après la floraison, Beauce, récolte 2012 et 2013.*

1 pour les parcelles 112, 412 et 712 sont les valeurs réelles de filets effectués en 2012 (ces trois parcelles de 2012 ont été échantillonnées avec les trois méthodes, aspiration, filet et parapluie japonais) et nous constatons que ces valeurs sont plus élevées que la moyenne de celles de 2013.

Il est aussi fort probable que les populations de psylles soient variables d'une année à l'autre, en fonction de plusieurs facteurs à déterminer (climat, parasitisme, cycles pluriannuels, etc.).

Les corrélations entre le nombre moyen de psylles capturés pendant la période d'échantillonnage et le rendement des placettes donnent des résultats intéressants à analyser. La corrélation pour les deux années est élevée ($r_s = -0,82$) mais est très influencée par le fait que, comme expliqué précédemment, 2012 et 2013 ont été très différents en termes de captures. La valeur du coefficient augmente car, en moyenne, les rendements ont été beaucoup plus faibles en 2012 et les captures de psylles beaucoup plus importantes. Mais rien ne nous permet d'affirmer que ces faibles rendements étaient dus aux psylles. En effet, nous avons vu précédemment que les quantités de pollinisateurs par mètre carré étaient sans doute le facteur le plus important expliquant le rendement, en 2013.

Par ailleurs, la Figure 42 : *Nuage de points entre le rendement des placettes et le nombre moyen de psylles capturés ; Beauce, récolte 2012 et 2013*

2 nous informe sur la distribution des points représentant chaque parcelle. La distribution n'apparaît pas linéaire ($R^2 = 0,22$) mais plutôt logarithmique ($R^2 = 0,65$). Ceci nous indique que nous pouvons obtenir des rendements moyens voire mauvais sans que de nombreux psylles aient été capturés, mais à l'inverse, il n'y a pas de bons rendements si beaucoup de psylles ont été observés. C'est surtout ce dernier point qu'il semble important de noter.

L'impact du psylle sur le rendement n'est donc pas clairement démontré, cette conclusion étant identique à celle obtenue sur l'essai spécifique psylle P13J26 (Beauce, récolte 2013), même si les résultats laissent penser qu'un suivi des populations de cet insecte ne soit pas inutile.

3.8.2. Punaises

3.8.2.1. *Captures au filet*

De manière rétrospective, *i.e.* au début de l'étude en juin 2012, le terme « punaises » était employé pour qualifier les insectes du genre *Lygus*. Les captures de 2012 et l'essai spécifique

P13J20 (Beauce, récolte 2012) nous ont alors informés que le genre *Orthops*, de la même famille que *Lygus* (Miridae), était aussi présent, et même en plus grand nombre que ces derniers, dans les champs de carottes porte-graines.

Le Dr. Reza Hosseini de l'Université de Guilan (Iran) à qui nous avons envoyé plusieurs spécimens provenant de Beauce, du Sud-Ouest (32) ainsi que du Centre-Ouest (86) n'a identifié qu'une seule espèce, *Orthops kalmii* L., sans pour autant exclure la possible présence, notamment, d'*O. basalis* Costa et *O. campestris* L. dans ces trois zones.

Les captures de punaises, contrairement à celles de psylles, ont été assez comparables entre 2012 et 2013, en particulier sur parcelles populations. Cela pourrait traduire une certaine constance des populations de punaises au fil des ans et qui pourraient être, notamment, moins affectées par les conditions climatiques.

Les résultats issus de la matrice de corrélations et des données observées sur la

Figure 44: Nombre moyen de punaises capturées au filet et pourcentage de semences non germées saines par parcelle ; Beauce, récolte 2012 et 2013.

4 laissent penser que ces punaises impactent négativement la germination, en particulier en augmentant les pourcentages de semences non germées saines (NGS) (en particulier la catégorie des NGS avec un embryon nécrosé et sans embryon).

Les résultats montrent que trois parcelles (412, 612 et 1012) apparaissent comme des « outliers », *i.e.* des données éloignées statistiquement des autres données de notre échantillon, en ce qui concerne notre hypothèse sur la relation entre ces Miridae et semences non germées saines. Le fait de les éliminer de nos calculs fait monter notre coefficient de corrélation entre le nombre de punaises après floraison et le pourcentage de semences non germées saines de 0,66 à 0,86. Le coefficient de détermination mesurant la relation linéaire entre ces deux variables et associé à $r_s = 0,86$ est alors $R^2 = 0,69$. Ces valeurs sont intéressantes car elles nous renseignent sur le fait qu'une relation entre punaises et non germées saines existe, mais que d'autres paramètres agissent aussi sur les pourcentages de semences non germées. Malgré cela, le fait d'éliminer des données de nos calculs est beaucoup trop hasardeux d'un point de vue statistique.

Il est alors plus pertinent de séparer 2012 et 2013 et de s'intéresser aux résultats des trois ordres d'ombelles confondus mais aussi de l'ordre III uniquement, ce dernier semblant plus impacté en termes de germination. Il serait utile d'étudier de plus près cette dernière observation pour savoir quels facteurs entrent en jeu dans ces résultats.

Pour les deux années, prises séparément, le coefficient de détermination entre le nombre moyen de punaises sur toute la durée d'échantillonnage et le pourcentage de semences non germées saines (2012) et de graines mortes (2013) est relativement élevé, $R^2_{2012} = 0,65$ et $R^2_{2013} = 0,68$. Il est à noter que dans les graines mortes sont aussi comprises les non germées pourries, or, ces dernières ne semblent pas corrélées à la présence de punaises (Tableau 20). Il n'est donc pas exclu que le $R^2_{2013} = 0,68$ soit plus élevé si nous disposions uniquement des données de semences non germées saines.

Si en 2012, la relation entre le nombre moyen de punaises après floraison et le pourcentage de semences non germées saines des OIII n'est pas nette ($R^2 = 0,50$), en revanche en 2013,

ce nombre moyen de punaises et le pourcentage de graines mortes des OIII est nettement plus lié ($R^2 = 0,76$) en ayant en tête la même remarque que ci-dessus concernant les non germées pourries. Il est bon de noter que pour ces OIII, en prenant en compte le nombre moyen de punaises capturées pendant et après floraison, *i.e.* toute la période d'échantillonnage, le R^2 monte à 0,78 (données non présentées). Ce calcul n'est pas réalisable sur les données de 2012 car les captures pendant la période de floraison (50%OIDF à 50%OIIIF) ont débuté trop tardivement, le résultat serait alors moins pertinent car probablement biaisé.

En définitive, l'hypothèse avancée que les punaises, que ce soit *Lygus* ou *Orthops* (tout en sachant que ces derniers sont présents en plus grand nombre), impactent de manière négative la germination semble confirmée. Nous pouvons par ailleurs ajouter que la présence des punaises entraînerait l'apparition de semences non germées, et plus précisément du type non germées saines. L'essai P13J29 mené en parallèle en 2013 semble indiquer qu'au sein des NGS, les NGS à embryon nécrosé seraient plutôt corrélés aux attaques après floraison et les NGS sans embryon aux attaques pendant la floraison. Ce dernier point reste à confirmer.

Face à cette hypothèse il semble important d'étudier de plus près la biologie et les périodes de vols d'*Orthops*. D'après les résultats, il semblerait que, une fois installés dans une parcelle à compter de fin juin – début juillet, les adultes d'*Orthops* se maintiennent en nombre relativement constant jusqu'à mi-août et hypothétiquement jusqu'à la récolte. Cela ne semble pas être le cas des larves dont les populations varient, avec un creux observé mi-juillet. Il est évidemment à rappeler que ces informations ne sont issues que de deux parcelles de 2013. De ce fait, la poursuite du suivi concernant les vols semble importante.

Toujours concernant les nombres d'*Orthops* capturés, le traitement au Karate Xpress survenu sur la parcelle 613 le 01/08 a, selon toute vraisemblance, fait fortement chuter les populations de larves mais pas celles d'adultes. Ainsi, il est très probable que les larves soient beaucoup plus sensibles aux traitements insecticides que les adultes, tout du moins pour le Karate Xpress. Ceci pourrait être important dans l'optique de déterminer quelle période est la plus favorable pour lutter contre ces insectes.

3.8.2.2. Pièges à phéromones

Les résultats du piégeage à l'aide des phéromones sexuelles sont très intéressants car très nets. En effet, la sélectivité est très distincte entre les deux types de phéromones, *Lygus rugulipennis* (LR) et *Lygus pratensis* (LP).

Ainsi les LR capturent beaucoup d'*Orthops* et très peu de *Lygus*, et inversement pour les LP. Il est donc fort probable que l'espèce majoritaire en carotte PG de Beauce soit *L. pratensis* et non *L. rugulipennis*. Le résultat surprenant concernant la grande sélectivité des LR vis-à-vis des *Orthops* peut être considéré comme étant très avantageux si du monitoring de ce genre de punaises doit être effectué.

Le résultat de piégeage du LP1 est intéressant à détailler en ce qui concerne les captures d'« autres » punaises (Pentatomidae et Miridae). La valeur de capture s'élève à 34 individus. Ce résultat s'explique sans aucun doute par la proximité d'une petite parcelle de luzerne, culture très attractive pour les punaises. En outre, le piège LR1, situé dans la même zone que

le LP1, n'en a pas capturé autant (6 individus). Cela montre une nouvelle fois la différence d'attractivité entre les deux types de phéromones.

Enfin, le positionnement des pièges sur la parcelle n'indique pas de tendance en termes de capture.

Le R^2 calculé entre le nombre d'*Orthops* capturés au filet et par phéromone est pratiquement nul. Il n'est donc pas possible de relier ces deux types de résultats entre eux, la question étant alors de savoir quelle technique utiliser pour faire un bon monitoring. Ce point doit être travaillé en 2014 *via* un suivi des vols d'*Orthops*.

4. CONCLUSIONS

Ces deux années d'enquête en cultures ont permis de mieux cerner les facteurs à l'origine des défauts de rendements et de germination.

Les rendements de 2013, que ce soit sur hybrides ou populations, ont été nettement supérieurs à ceux de 2012. Sur hybrides, la contribution des OI au rendement total est faible, de l'ordre de 10 % à l'inverse de ce qui est observé sur populations. Ce résultat inattendu indique probablement qu'une difficulté intervient au moment de la floraison et/ou fécondation des OI sur hybrides.

Comme pour les rendements, les facultés germinatives de 2013 ont été très supérieures à celles de 2012. De même, des problèmes au niveau de la germination des OI sur hybrides sont observés, tandis que les OIII des populations affichent des résultats globalement décevants, même en 2013 et malgré une année favorable.

Le climat est le facteur abiotique qui influence les nombreux facteurs biotiques ciblés de l'étude (maladies, pollinisation, ravageurs). De ce fait, les mauvais résultats de 2012 semblent indubitablement liés aux mauvaises conditions climatiques survenues lors de la floraison 2012. Les données de végétation (hauteur, densité, caractères morphométriques racinaires) ainsi que la composition chimique n'ont pas apporté de résultats statistiquement significatifs en 2013.

La floraison de 2012 est apparue plus précoce que celle de 2013. Sur hybrides, le décalage de floraison entre mâles et femelles, bien que pouvant paraître problématique à un certain niveau, n'a pas été corrélé à des mauvais résultats observés en 2013.

En 2013, l'impact des maladies n'a pas été avéré sur le rendement, mais les conditions climatiques de l'année n'ont pas été particulièrement propices au développement des pathogènes.

La pollinisation apparaît être un élément clé dans la production de semences de carotte. Sur hybrides, le nombre d'abeilles sans pelotes de pollen est déterminant. Sur populations, c'est le nombre d'abeilles sans pelotes de pollen cumulé à celui des pollinisateurs sauvages qui est primordial.

Les résultats n'ont pas permis de mettre en évidence de manière claire l'impact des psylles sur le rendement. Il semble, malgré tout, que ces insectes soient importants à suivre car leur action est encore trop peu comprise, notamment en ce qui concerne la transmission de maladies.

L'hypothèse selon laquelle les punaises *Lygus* et *Orthops* impacteraient de manière négative la germination des semences de carotte semble confirmée. Cet impact se situerait plus particulièrement au niveau des semences non germées saines.

L'acquisition de références et l'analyse des données doit se poursuivre avec une 3^{ème} année d'enquête en culture pour la campagne 2014-15.

Tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif du dispositif d'enquête, récolte 2012 et 2013.....	3
Tableau 2 : Période de notation de l'enquête cultural en en fonction de l'année (2012 et 2013)	4
<i>Tableau 3 : Barème de notation des pucerons</i>	5
Tableau 4 : Descriptifs des stades de la montaison de la carotte porte-graine.....	6
<i>Tableau 5 : Contribution moyenne par ordre et type Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.</i>	16
<i>Tableau 6 : Température moyenne de la décade la plus froide de 2012 et 2013 en Beauce et dans le Sud-ouest (Condom).</i>	19
<i>Tableau 7 : Données de pluviométrie pour les mois de juin et juillet 2012 et 2013, stations de Blois, Châteaudun et Condom.</i>	21
<i>Tableau 8 : Matrice de corrélations entre les données de rendement et FG, et les données de pluviométrie de Beauce, 2012 et 2013</i>	21
<i>Tableau 9 : Matrice des coefficients de détermination entre la hauteur/densité et le rendement des placettes de suivi ; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.</i>	23
<i>Tableau 10 : Matrice de corrélations entre la typologie partielle et les résultats des éléments chimiques issus de l'analyse des semences, Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.</i>	25
<i>Tableau 11 : Valeurs des coefficients de détermination calculés pour les corrélations hautement significatives du Tableau 8.</i>	25
<i>Tableau 12 : Décalage de floraison par parcelle sur ombelles primaires entre lignées mâles et femelles ; Beauce, récolte 2013.</i>	Erreur ! Signet non défini.

Tableau 13 : Matrice de corrélations entre les différentes populations de pollinisateurs, sur lignées femelles et mâles d'hybrides et sur populations ; Beauce, récolte 2013.	34
Tableau 14 : Matrice de corrélations entre le rendement des placettes et les différentes populations de pollinisateurs (rapportées en nombre de pollinisateurs par mètre carré) ; Beauce, récolte 2013.	35
Tableau 15 : Matrice des coefficients de détermination entre les différentes variables permettant le calcul du nombre de pollinisateurs par mètre carré – Omb : ombelles ; Pol : pollinisateurs.....	36
Tableau 16 : Résultats des 6 parcelles hybrides de 2013 vis-à-vis de l'équation 2.....	37
Tableau 17 : Résultats des 6 parcelles populations de 2013 vis-à-vis de l'équation 3 ; Beauce, récolte 2013.....	40
Tableau 18 : Matrice de corrélations entre le nombre moyen de psylles et le rendement des placettes ; Beauce, récolte 2012 et 2013.	41
Tableau 19 : Valeurs des coefficients de détermination linéaires et logarithmiques calculés entre le nombre moyen de psylles et le rendement des placettes ; Beauce, récoltes 2012 et 2013.....	42
Tableau 20 : Matrice de corrélations entre le nombre moyen de punaises collectées pendant et après la floraison toutes parcelles confondues et la typologie des semences ; Beauce, récolte 2013.....	43
Tableau 21 : Tableau récapitulatif des données de piégeage par phéromones Lygus ; Beauce, récolte 2013.	46

Figures

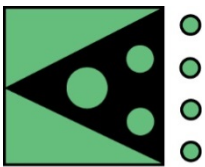
Figure 1 : Pourcentage d'ombelles en fleurs en fonction de la date et de l'ordre d'ombelle. 12	
Figure 2 : Pourcentage d'ombelles I ayant atteint le stade DF en fonction de la date, récolte 2013.	13
Figure 3 : Pourcentage d'OI ayant atteint DF en rajoutant la date « 0 OI en fleurs », récolte 2013.	13
Figure 4 : Nuages de points du nombre d'insectes (punaises et psylles) capturés par aspiration et au filet, chaque point représentant une date d'échantillonnage, récolte 2012.	14
Figure 5 : Rendement et FG pondérée moyens des placettes en fonction du type hybride ou population, de l'année et de la zone géographique ; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.	15
Figure 6 : Contribution des ordres d'ombelles dans le rendement total des placettes; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.	16
Figure 7 : FG des placettes par ordre d'ombelles pour les parcelles hybrides; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.....	17
Figure 8 : FG des placettes par ordre d'ombelles pour les parcelles populations ; Beauce, récolte 2012 et 2013.....	17
Figure 9 : FG et typologie partielle ; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.	18
Figure 10 : FG et typologie; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.	18
Figure 11 : Données météorologiques moyennes mensuelles 2012 et 2013 pour les stations de Blois et Châteaudun.	19

Figure 12 : Données météorologiques journalières de juin 2012 et 2013 pour les stations de Blois et Châteaudun.	20
Figure 13 : Données météorologiques de juillet 2012 et 2013 pour les stations de Blois et Châteaudun.	20
Figure 14 : Longueur racinaire moyenne mesurée par parcelle en décembre 2012 et avril 2013, Beauce, récolte 2013.	21
Figure 15 : Diamètre au collet moyen mesuré par parcelle en décembre 2012 et avril 2013, Beauce, récolte 2013.	22
Figure 16 : Hauteur moyenne à la récolte par parcelle ; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud ouest, récolte 2013.	22
Figure 17 : Densité moyenne de plantes par mètre carré au mois de juin par parcelle et lignée ; Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.....	23
Figure 18 : Quantité moyenne des éléments chimiques (Zinc, Fer, Bore, Cuivre, Manganèse) issues des analyses de semences, Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013...	24
Figure 19 : Boxplots pour les éléments Fer et Cuivre des analyses de semences, Beauce, récolte 2012 et 2013 et Sud-ouest, récolte 2013.	24
Figure 20 : Dates moyennes de floraison de 2012 et 2013 en fonction du stade de floraison, type hybride et population, Beauce.	26
Figure 21 : Décalage moyen de floraison entre lignées femelles et mâles, Beauce, récolte 2012 et 2013.....	27
Figure 22: Etat sanitaire des racines à l'été 2012 (prélèvement du 17-19 juillet 2012), Beauce.	28
Figure 23 : Fréquences de blessures racinaires et rendement par parcelle, décembre 2012 et avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.....	28
Figure 24: Régression linéaire entre le diamètre au collet moyen mesuré en décembre 2012 et avril 2013, et la fréquence de plantes atteintes par des blessures racinaires en avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.	29
Figure 25: Fréquences de pourritures racinaires et rendement par parcelle, décembre 2012 et avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.....	29
Figure 26: Régression linéaire entre le diamètre au collet moyen mesuré en décembre 2012 et avril 2013, et la fréquence de plantes atteintes par des pourritures racinaires en avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.	30
Figure 27: Fréquences de jaunissements du feuillage notées au mois de juin, juillet et août 2013 et rendement par parcelle, décembre 2012 et avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.	30
Figure 28: Fréquences de grillures du feuillage notées au mois de juin, juillet et août 2013 et rendement par parcelle, décembre 2012 et avril 2013 ; Beauce, récolte 2013.	31
Figure 29 : Nuage de la fréquence et de l'intensité moyenne des jaunissements sur feuillage en juillet puis août 2013 ; Beauce, récolte 2013.....	32
Figure 30: Nuage de la fréquence et de l'intensité moyenne des grillures sur feuillage en juillet puis août 2013 ; Beauce, récolte 2013.....	32
Figure 31: Nombre moyen de pollinisateurs sauvages et d'abeilles domestiques sur la période 50%OIDF-50%OIIFF et rendement des placettes de 2013, Beauce, récolte 2013.....	33
Figure 32: Nombre moyen d'abeilles domestiques sur 100 ombelles avec et sans pelotes de pollen entre 50%OIDF et 50%OIIFF 2013 sur lignées hybrides femelles et populations ; Beauce, récolte 2013.....	33
Figure 33: Nombre moyen d'abeilles domestiques sur 100 ombelles avec et sans pelotes de pollen entre 50%OIDF et 50%OIIFF 2013 en fonction de la lignée (parcelles hybrides) ; Beauce, récolte 2013.....	34
Figure 34: Nuages de points entre le rendement et le nombre moyen d'abeilles sans pelotes de pollen par mètre carré ; Beauce, récolte 2013.	35

Figure 35: Nuage de points et caractéristiques des ruches sur les différentes parcelles hybrides ; Beauce, récolte 2013.	37
Figure 36: Nuage de points des abeilles sans pelotes avec ajout de 4 parcelles hybrides issues des essais pollinisation : 2013 en rouge (2 parcelles) et 2012 en vert (2 parcelles) ; Beauce, récolte 2012 et 2013.	38
Figure 37: Nuage de points des pollinisateurs sauvages sur lignée mâle avec ajout de 4 parcelles hybrides issues des essais pollinisation : 2013 en rouge (2 parcelles) et 2012 en vert (2 parcelles) ; Beauce, récolte 2012 et 2013.	38
Figure 38: Nuages de points entre le rendement et le nombre moyen de pollinisateurs total par mètre carré, sur parcelles populations ; Beauce, récolte 2013.	39
Figure 39: Nuage de points entre le rendement des OI+OII et le nombre moyen de pollinisateurs sauvages + abeilles domestiques sans pelotes de pollen par mètre carré, sur parcelles populations ; Beauce, récolte 2013.	39
Figure 40: Nuage de points avec ajout de 2 parcelles populations supplémentaires issues de l'essai pollinisation de 2012 (en rouge) Beauce, récolte 2013.	40
Figure 41: Nombre moyen de psylles capturés au filet par parcelle, pendant et après la floraison, Beauce, récolte 2012 et 2013.	41
Figure 42: Nuage de points entre le rendement des placettes et le nombre moyen de psylles capturés ; Beauce, récolte 2012 et 2013.	42
Figure 43: Nombre moyen de punaises capturées au filet par parcelle, pendant et après la floraison ; Beauce, récoltes 2012 et 2013.	43
Figure 44: Nombre moyen de punaises capturées au filet et pourcentage de semences non germées saines par parcelle ; Beauce, récolte 2012 et 2013.	44
Figure 45: Relation entre le pourcentage de semences non germées saines pour les 3 ordres d'ombelles et le nombre moyen de punaises capturées pendant et après floraison (noir), pendant floraison (bleu) et après floraison (rouge), récolte 2012.	45
Figure 46: Relation entre le pourcentage de semences non germées saines pour les 3 ordres d'ombelles et le nombre moyen de punaises capturées pendant et après floraison (noir), pendant floraison (bleu) et après floraison (rouge), récolte 2013.	45
Figure 47: Nombre moyen d'Orthops adultes et larves capturés par répétition et par semaine, sur les parcelles 513 et 613; Beauce, récolte 2013.	46
Figure 48: Nombre moyen d'Orthops adultes et larves capturés par répétition et par semaine, moyenne des parcelles 513 et 613 ; Beauce, récolte 2013.	46



ACTION 5:
TRAITEMENT INSECTICIDE ADAPTE POUR LA
LUTTE CONTRE LES PUNAISES



FNAMS



ACTION 5 : TRAITEMENT INSECTICIDE ADAPTE POUR LA LUTTE CONTRE LES PUNAISES

1. THEME ET OBJECTIFS DE L'ACTION

L'implication de punaises du genre *Lygus spp.* (Miridae) dans les problèmes de germination sur carotte a déjà été démontrée dès les années 50 (Flemion, 1949 ; Kho et Braak, 1956 ; Carlson, 1957 ; Van Turnhout et Van Der Laan, 1958). Cette piste mérite une attention particulière dans la mesure où :

- les symptômes sur semences générés par ces ravageurs décrits dans la littérature scientifique apparaissent très proches de ceux observés en France aujourd'hui (semences non germées à embryon nécrosé),
- dans l'enquête menée par la FNAMS en 2009 et 2010 (Contrat de Branche 2008-11), il s'avère que les parcelles ayant reçu une protection insecticide bien ciblée contre les hémiptères (produits et stades adaptés) présentent en moyenne une faculté germinative supérieure à celle obtenue dans les autres parcelles.

Cette action a pour objectif de tester, en parcelles de multiplication, un programme insecticide ciblé contre les hétéroptères en vue d'analyser son impact sur la germination des semences récoltées.

2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

L'essai a été implanté tardivement sur une parcelle de multiplication hybride localisée à Mer. Ce site a été choisi en fonction de sa population en punaises de type *Lygus* suffisamment élevée. Le dispositif expérimental se compose d'une zone non traitée et d'une zone traitée (pyréthrinoides :lambda-cyhalothrine 100g/L à la dose 0,125L/ha et tau-fluvalinate 240g/L à la dose 0,3 L/ha). La protection insecticide a débuté au stade floraison des ombelles III alors que les OI et II étaient au stade maturation. Le traitement a été renouvelé toutes les semaines jusqu'à quelques jours avant l'andainage. Dans chaque modalité, cent frappages d'ombelles au-dessus d'une feuille blanche ont permis de suivre la quantité de punaises présentes dans les inflorescences. Juste avant la récolte de l'agriculteur, des placettes de 6m² (3 placettes par zone) ont été récoltées par ordre d'ombelles (ordre I, II et III). Sur ces échantillons, le laboratoire Labosem a réalisé le triage et le test de faculté germinative avec typologie des semences non germées.

3. RESULTATS

Dans le témoin non traité, la population en punaises a été très élevée pour atteindre début août 150 punaises pour 100 ombelles (figure 1). Les traitements insecticides ont été efficaces et ont permis de ramener la population à moins de 5 punaises pour 100 ombelles dans la modalité traitée.

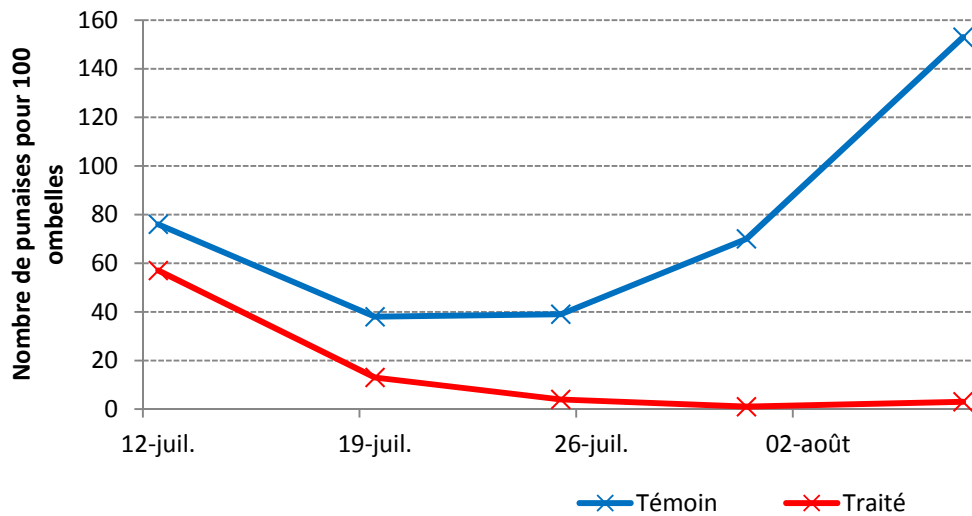


Figure 1 : Nombre moyen de punaises (pour 100 ombelles frappées) par modalité et par date, essai Mer 2012.

Cet essai a montré une incidence des punaises sur la qualité des semences produites et en particulier sur le % de graines non germées saines. Dans le témoin, le taux de germination des semences récoltées est en dessous de la norme fixée sur carotte à 80 % (70,3 %) alors que ce taux atteint plus de 85 % dans la modalité traitée (tableau 1). Par ailleurs, la typologie des semences non germées montre que cette différence significative entre le témoin et le traité s'explique au niveau du taux de graines non germées saines (tableau 1, figure 2). C'est sur l'ordre III que l'effet du traitement sur le pourcentage de semences non germées saines est le plus fort. Ainsi, la protection insecticide de la floraison et jusqu'à la maturation des ombelles comme c'est le cas pour les ombelles d'ordre III, permet d'améliorer la FG et de réduire le % de graines non germées.

Tableau 1 : Anova ($\alpha=0,5$) du taux de germination des semences par modalité (T1 et T2), Mer 2012.

Modalités		Faculté Germinative des semences récoltées (%)		Semences Non Germées Saines (%)	
		Moyenne	Groupes homogènes	Moyenne	Groupes homogènes
T1	TEMOIN	70,3	-	19,8 a	a
T2	PROTECTION INSECTICIDE	85,3	-	4,2 b	b
Moyenne		77,8		12,0	
E.T.R.		4,4		1,2	
C.V. (en %)		5,7		9,7	
Significativité		NS		HS	
Probabilité du F		0,1000		0,0000	

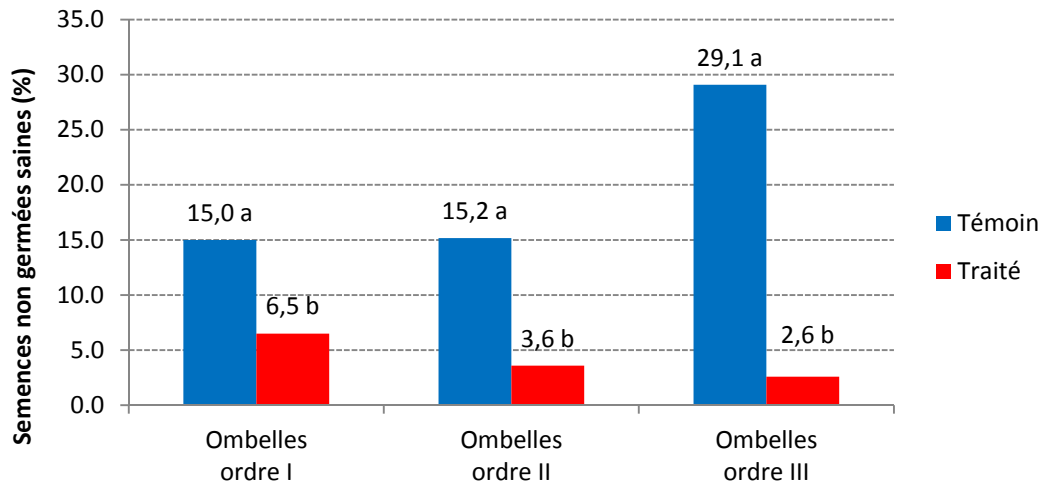


Figure 2 : Moyenne et groupes homogènes du taux de semences non germées saines par modalité et par ordre d'ombelles, Mer 2012 (Anova, $\alpha=0,5$).

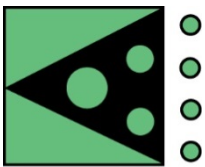
4. CONCLUSION

Dans les conditions de cet essai, les résultats montrent que les punaises impactent de manière négative la germination et en particulier le pourcentage de semences non germées saines. Il est à noter que des punaises de plusieurs genres et espèces ont été collectées dans cet essai ainsi que dans le réseau de parcelles d'enquêtes.

Sur la prochaine campagne 2013-14 il conviendra de : (i) confirmer l'impact de ces punaises sur la qualité des semences, (ii) identifier le genre et l'espèce responsable de ces attaques et (iii) déterminer le seuil de nuisibilité de ces punaises.



ACTION 6:
ELABORATION DE PROTOCOLES POUR LES
ESSAIS RECOLTES EN 2013



FNAMS

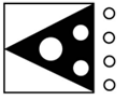


ACTION 6 : ELABORATION DE PROTOCOLES POUR LES ESSAIS RECOLTES EN 2013

L'objet de cette action était de concevoir et rédiger des protocoles expérimentaux, en vue d'essais menés sur les cultures implantées durant l'été 2012 et récoltées durant l'été 2013 et qui découleront des conclusions des autres actions du programme 2012-13.

Les protocoles élaborés dans le cadre de cette action sont listés ci-dessus :

- **Enquête culturale pendant la phase végétative visant à établir les causes de problèmes de rendement et de germination (P13J24)**
- **Enquête culturale visant à établir les causes des problèmes de rendement et de germination (printemps / été) (P13J25)**
- **Test d'un insecticide en parcelles de multiplication, ciblé contre les psylles (P13J26)**
- **Test de buttage à l'automne, de brûlage des plantes et d'apport de cuivre en parcelle de multiplication (P13J28) (synthèse des résultats intégrée)**
- **Impact des punaises sur le rendement et la germination des semences : comparaison de différents seuils de déclenchement des traitements insecticides (P13J29)**
- **Impact des punaises sur le rendement et la germination des semences : nuisibilité du genre *Orthops sp.* & *Lygus sp.* (P13J33)**

PROTOCOLE  FNAMS	CAROTTE PORTE-GRAINE : Enquête culturelle pendant la phase végétative visant à établir les causes de problèmes de rendement et de germination	Code FNAMS : P13J24
		Maitre d'œuvre : CR
		Date : 16/11/12
		N° de version : <input type="text" value="2"/>
		Protocole validé par :
		<input type="text" value="JAF"/>
		Date : <input type="text" value="16/11/12"/>
LOCALISATION : Beauce, Sud-ouest		EXPERIMENTATEURS : BC, CR, EM, techniciens d'établissement
Confidentialité : NON		Partenaires associés : UFS
DIFFUSION (en plus des expérimentateurs) : J.A. FOUGEREUX, D. ROUSSEAU, E. LAURENT, S. FOUCRON, Y PATEAU		
Encadré à compléter en cas de modification de la version initiale :		

THEME DE L'ETUDE

La section Semences potagères du Gnis a initié, début 2012, un programme d'action spécifique visant à déterminer les causes des défauts de germination et de rendement de la carotte porte-graine en partenariat avec les établissements semenciers, les agriculteurs multiplicateurs et la FNAMS.

Une des actions de ce programme est la mise en place d'une enquête culturelle (= suivi de parcelles) pendant la phase végétative de la carotte porte-graine.

OBJECTIFS

Les facteurs agissant entre le semis et le début de montaison, et susceptibles d'expliquer les défauts de germination et de rendement sont nombreux.

Les facteurs identifiés sont :

- La qualité d'implantation,
- La structure du sol,
- La fertilisation minérale,
- L'alimentation hydrique,
- Les facteurs biotiques (insectes, maladies),
- Le climat (températures en particulier),
- La rémanence de produits herbicides.

Une enquête culturelle automne/hiver 2012/2013 va être mise en place pour recueillir les paramètres visant à déterminer si un ou plusieurs de ces facteurs ont une influence sur le rendement et la qualité germinative.

Le principe proposé est le suivant :

- Diagnostic de l'état cultural à l'entrée de l'hiver
- Diagnostic de l'état cultural à la sortie de l'hiver

Les paramètres mesurés viseront à caractériser l'état de croissance et développement des plantes, ainsi que leur état sanitaire, et l'état structural de surface du sol.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

La zone d'étude est divisée dans deux régions de production :

- La première se situe en Beauce (secteur Mer et Châteaudun)
- La seconde se situe dans le Sud-Ouest : Gers et Lot et Garonne

Le type variétal étudié est la nantaise : population améliorée 2 et 3 et un hybride.

17 parcelles agriculteurs seront suivies entre la levée 2012 et le début montaison 2013 (voir tableau ci-dessous). A noter que tout ou partie de ces parcelles feront probablement l'objet d'un suivi ultérieur à partir de la floraison (phase non abordée dans ce protocole).

Etablissement	Type	Zone Beauce	Zone Sud-Ouest
Frasem	POP Nantaise	3	
GSN	POP Nantaise 2	2	
Prograines	POP Nantaise 2	1	
Clause	HYB Nantaise	2	
Vilmorin	HYB Nantaise 27	4	5

ENTRETIEN DE LA CULTURE

L'entretien de la culture est réalisé par l'agriculteur multiplicateur.

QUESTIONNAIRE ITK AMS

Un questionnaire est transmis à l'agriculteur dès le premier contact pour connaître l'itinéraire cultural en début de campagne de la parcelle (précédent et herbicides appliqués sur le précédent, intervention culturale depuis la récolte du précédent, fumure, irrigation, date de semis et de levée,...). Le questionnaire est présenté dans l'annexe 1.

L'expérimentateur fixera un rendez-vous à la fin de l'hiver avec l'agriculteur pour finir de remplir ensemble ce document.

VARIABLES MESUREES

Dans chaque parcelle, on repérera, selon les possibilités, une zone de 100X100m², a priori représentative de la parcelle, dans laquelle seront effectuées les notations.

Dans chaque parcelle, identifier la zone d'étude et repérer 3 placettes de 2 rangs contigus sur 2 ml (placettes utilisées pour la notation avant entrée de l'hiver). Dans la mesure du possible, espacer entre elles les placettes, d'une cinquantaine de mètres.

1. Courant octobre

1.1. Densité, stade, état général de la parcelle et notation maladies

- Compter le nombre de plantes par placette et déterminer le stade (nb de feuilles) des plantes.
- Réaliser une notation sur l'état général de la parcelle (homogénéité de densité, état sanitaire, physiologique, présence de ravageurs).
- En cas de présence de maladies, évaluer le pourcentage de plantes atteintes. Envoyer quelques symptômes typiques et/ou inconnus/douteux à Elise MOREL (Antenne d'Ouzouer) qui effectuera un 1^{er} diagnostic visuel et fera réaliser, si besoin, des tests de recherche de pathogène.
- Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 2.

1.2. Notation pucerons et psylles

- A proximité des placettes, arracher les plantes de 3 fois 1 rang x 1ml et les conditionner dans un sac plastique fermé.
- De retour au bureau et avant de sortir les plantes du sac, observer le contenu de manière à repérer des psylles adultes et les compter.
- Rincer pendant 1-2 minutes les feuilles de chaque plante au-dessus d'un entonnoir de grand diamètre.
- Celui-ci aboutit à un tube à fond de tulle (maille de 150 µm), destiné à recueillir les insectes

- Sur chaque plante, observer les pucerons et attribuer une note sur une échelle de 0 à 4 d'après la classification ci-dessous. Préciser le type de pucerons observés : ailés ou aptères.
- Compter le nombre de psylle recueilli sous loupe binoculaire si possible.
- Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 3.

Tableau : Notation puceron - classification et borne de la classe :

Classe	Bornes de la classe
0	Pas de puceron
1	1 – 10 pucerons
2	10 – 30 pucerons
3	30 – 100 pucerons
4	>100 pucerons

Le notateur doit attribuer une classe après avoir observé la plante 30 à 40 secondes. L'attribution d'une classe ne doit pas faire l'objet de comptage, même en faible densité de pucerons ou sur de jeunes plantes. La modification de la méthode d'observation allongerait à terme sa durée et rendrait les résultats incomparables entre eux.

Remarque : le matériel de lavage nécessaire pour cette notation, sera fourni par la FNAMS.

2. Avant l'entrée en repos végétatif

Les placettes sont traitées indépendamment les unes des autres.

La notation est à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

2.1. Description de l'état de surface du sol

- Dans chaque placette (repérée courant octobre), positionner un cadrat de 0.25m² (0.5 x 0.5m) sur le sol.
- Faire une photo du dispositif en place
- Décrire la surface du sol dans le cadrat. Les paramètres à décrire et à exprimer en pourcentage sont le faciès (surface fragmentée, croûte structurale, croûte sédimentaire), la rugosité, la surface de la culture, le taux de cailloux, ...
- Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 4.

2.2. Notation pucerons et psylles

- Prélever les plantes de chaque placette (2 rangs contigus sur 2 m) et les conditionner dans un sac plastique fermé. Chaque placette étant traitée indépendamment, prévoir 1 sac par placette.
- De retour au bureau et avant de sortir les plantes du sac, observer le contenu de manière à repérer des psylles adultes et les compter.
- Rincer pendant 1-2 minutes le feuille de chaque plante au-dessus d'un entonnoir de grand diamètre.
- Celui-ci aboutit à un tube à fond de tulle (maille de 150 µm) destiné à recueillir les insectes
- Sur chaque plante, observer les pucerons et attribuer une note sur une échelle de 0 à 4 d'après la classification ci-dessous. Préciser le type de pucerons observés : ailés ou aptères.
- Compter le nombre de psylle recueilli sous loupe binoculaire si possible.
- Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 3.

Tableau : Notation puceron - classification et borne de la classe :

Classe	Bornes de la
--------	--------------

	classe
0	Pas de puceron
1	1 – 10 pucerons
2	10 – 30 pucerons
3	30 – 100 pucerons
4	>100 pucerons

Le notateur doit attribuer une classe après avoir observé la plante 30 à 40 secondes. L'attribution d'une classe ne doit pas faire l'objet de comptage, même en faible densité de pucerons ou sur de jeunes plantes. La modification de la méthode d'observation allongerait à terme sa durée et rendrait les résultats incomparables entre eux.

Remarque : le matériel de lavage nécessaire pour cette notation, sera fourni par la FNAMS.

2.3. Stade, densité et développement racinaire

- Sur chacune des plantes des 3 placettes prélevées:
 - Déterminer le stade (nombre de feuilles)
 - Mesurer le diamètre des racines au collet
- Mesurer la longueur de la racine principale (entre le collet et l'extrémité de la racine principale (diamètre de 1 mm))
- Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 5.

2.4. Notation maladies et ravageurs du sol

- Le jour du prélèvement, réaliser une appréciation globale de l'état sanitaire et physiologique de la parcelle (zone de jaunissement, dégâts de gel,...).
- Sur chacune des plantes des 3 placettes prélevées, décrire les symptômes des parties aériennes et souterraines.
- Prendre des photos de plantes ou de groupes de plante présentant des symptômes caractéristiques identiques.

❖ Maladies

- Pour chaque maladie observée, estimer le % de plantes atteintes (fréquence) et évaluer en moyenne le % de lésion du ou des organes atteints (intensité).
- Envoyer quelques symptômes typiques et/ou inconnus/douteux à Elise MOREL (Antenne d'Ouzouer) qui effectuera un 1^{er} diagnostic visuel et fera réaliser, si besoin, des tests de recherche de pathogène.

❖ Ravageurs du sol (mouche)

- Réaliser la notation en utilisant la classification (méthode OEPP) décrite ci-dessous :
 - 1 = carotte saine
 - 2 = une galerie superficielle ou dégât sans incidence sur le peuplement et le rendement
 - 3 = une galerie profonde avec incidence sur la suite de la culture
- En cas de doute sur le ou les ravageurs présents, prélever quelques spécimens et les envoyer à Elise MOREL pour une première identification et qui fera si besoin une confirmation du diagnostic auprès du LNPV – Unité d'Entomologie ENSAM ou de la FREDON Centre.
- Enregistrer les données dans l'annexe 6.

2.5. Biomasse des plantes (parties aériennes et racines)

- Après la notation maladies/ravageurs, expédier les plantes à la FNAMS (antenne d'Ouzouer). Chaque placette étant traité indépendamment, prévoir 1 sac par placette.
- A la FNAMS, peser le poids frais total de chaque placette.

- Prendre un sous-échantillon (de minimum 500 g) correspondant à la moitié des plantes (noter le nombre de plantes exactement). L'autre sous-échantillon est conservé à la station pour analyse complémentaire si besoin.
- Sur le sous-échantillon, séparer les racines et les tiges.
- Passer chaque type d'organe au broyeur puis mettre les broyats dans les sacs à étuve.
- Peser le poids frais des racines et des tiges de chaque sous échantillon ainsi que la tare avec une balance précise au 10ème de grammes
- Mettre à l'étuve à 80°C pendant 48 h
- Les peser à la sortie de l'étuve : poids sec avec une balance précise au 10ème de grammes
- Enregistrer les données dans l'annexe 7.

3. A la reprise de végétation

- Réaliser une appréciation globale de l'état sanitaire, physiologique de la parcelle (zone de jaunissement, dégâts de gel, ...) et du stade des plantes.
- Enregistrer les données dans l'annexe 8.

4. Après la reprise de végétation (vers mi-avril)

Dans la zone d'étude, repérer 3 placettes de 2 rangs contigus sur 2 m à proximité des placettes prélevées avant entrée hiver. Dans la mesure du possible, espacer entre elles les placettes, d'une cinquantaine de mètres.

Les placettes sont traitées indépendamment les unes des autres.

Les notations sont à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

4.1. Description de l'état de surface du sol

Même méthode de notation que détaillée dans le paragraphe **2.1. Description de l'état de surface du sol**

4.2. Notation pucerons et psylles

Même méthode de notation que détaillée dans le paragraphe **2.2. Notations pucerons et psylles**

4.3. Stade, densité et développement racinaire

Même méthode de notation et prélèvement que détaillée dans le paragraphe **2.3. Stade, densité et développement racinaire**

- Sur chaque placette, compter le nombre total de plantes
- Sur 1/3 des plantes de chacune des 3 placettes prélevées:
 - Déterminer le stade (nombre de feuilles)
 - Mesurer le diamètre des racines au collet
- Mesurer la longueur de la racine principale (entre le collet et l'extrémité de la racine principale (diamètre de 1 mm))
- Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 5.

4.4. Notation maladies et ravageurs du sol

Même méthode de notation et prélèvement que détaillée dans le paragraphe **2.4. Notations maladies & ravageurs du sol**

4.5. Biomasse et diagnostic de nutrition minérale des plantes (parties aériennes + racines)

L'ensemble des analyses chimiques sur plantes seront réalisées par le laboratoire SAS.

Les analyses chimiques réalisées sur les plantes:

- Azote total méthode Dumas
- Phosphore total/EXTR type 10
- Potassium total/EXTR type 10
- Calcium total/EXTR type 10
- Magnésium total/EXTR type 10
- Sodium total/EXTR type 10
- Cuivre total/EXTR type 10
- Zinc total/EXTR type 10
- Manganèse total/EXTR type 10
- Fer total/EXTR type 10
- Bore total/EXTR type 10
- Soufre total et humidité résiduelle 50°C/130°C

- Après la notation maladies/ravageurs, expédier les plantes à la FNAMS (antenne d'Ouzouer).
- A la FNAMS, peser le poids frais total de chaque placette.
- Prendre un sous-échantillon (de minimum 500 g) correspondant à la moitié des plantes (noter le nombre de plantes exactement). L'autre sous-échantillon est conservé à la station pour analyse complémentaire si besoin.
- Sur le sous-échantillon, séparer les racines et les tiges.
- Passer chaque type d'organe au broyeur puis mettre les broyats dans les sacs à étuve.
- Peser le poids frais des racines et des tiges de chaque sous échantillon ainsi que la tare avec une balance précise au 10ème de grammes
- Mettre à l'étuve à 80°C pendant 48 h
- Les peser à la sortie de l'étuve : poids sec avec une balance précise au 10ème de grammes
- Enregistrer les données dans l'annexe 7.

Préparer les échantillons pour envoi au SAS :

- Après la pesée de chaque échantillon, regrouper les 3 placettes
- Seulement la moitié de l'échantillon sera envoyée au SAS, l'autre sera conservée à la station pour analyse complémentaire si nécessaire.
- Mettre les échantillons dans les sacs réservés à cet effet. Coller l'étiquette code barre sur le sac.
- Remplir le bordereau d'expédition (fichier Excel joint, onglet N plante)
- Sur le bordereau d'expédition :
 - coller une étiquette code barre (la deuxième étant mise sur le sac). Dans la cellule « référence » coder l'échantillon (Nom producteur - date).
 - le N° bon de commande correspond au Code essai – département / N° (de 1 à ... correspondant au numéro d'envoi)
 - dans la cellule « code analyse SAS » indiquer le code analyse **V12**.
- Envoyer les échantillons ainsi préparés au SAS le jour du prélèvement par Chrono Post (délais de 24 heures entre le prélèvement et la réception au SAS), avec une lettre accompagnatrice et le bordereau rempli.

4.6. Diagnostic de nutrition minérale sur sol

L'ensemble des analyses : physico-chimiques sur sol seront réalisées par le laboratoire SAS.

Les analyses physico-chimiques réalisées sur le sol :

- Granulométrie 5 fractions AVEC décarbonatation (la texture du sol permettra d'estimer la réserve utile)
- pH eau et pH KCl
- Carbone organique et matières organiques (MO=Cx1.72)
- Calcaire total
- P2O5 assimilable méthode OLSEN
- 3 cations échangeables : K2O, CaO et MgO
- CEC, méthode Metson, avec calculs des taux de saturations partiels et total
- Azote total méthode Dumas sur appareillage ELEMENTAR (NTE) et calcul rapport C/N
- Cuivre, manganèse et zinc biodisponibles extrait à l'EDTA
- Bore assimilable extrait à l'eau bouillante, méthode SAS

- Dans la zone d'étude, tracer virtuellement un cercle d'un rayon de 5 à 15 mètres. Réaliser les prélèvements sur le périmètre de ce cercle.
- Effectuer un minimum 15 carottages sur un horizon de 0 – 25 cm pour constituer un échantillon homogène et représentatif de la zone prélevée. A collecter dans un seau propre.
- Mélanger les 15 carottages (émottez si présence d'agrégats compactés)
- Prélever un sous-échantillon d'environ 500 g de terre et le mettre dans le sachet plastique fourni à cet effet par le laboratoire SAS
- Fermer le sac en retirant le maximum d'air

- Remplir le bordereau d'expédition (fichier Excel joint, onglet N sol)
- Sur le bordereau d'expédition :
 - coller une étiquette code barre (la deuxième étant mise sur le sac). Dans la cellule « référence » coder l'échantillon (Nom producteur - date).
 - le N° bon de commande correspond au Code essai – département / N° (de 1 à ... correspondant au numéro d'envoi)
 - dans la cellule « code analyse SAS » indiquer le code analyse **OGO**
- Envoyer les échantillons ainsi préparés au SAS le jour du prélèvement par Chrono Post (délais de 24 heures entre le prélèvement et la réception au SAS), avec une lettre accompagnatrice ci-jointe et le bordereau rempli.

Délais de rentrée : toutes notations, mesures ou prélèvements nécessitant de pénétrer dans les parcelles, devront se faire en respectant les délais de rentrée autorisés selon les traitements phytosanitaires appliqués sur la parcelle.

RELEVES DES VARIABLES CLIMATIQUES

A partir des stations météo les plus proches des parcelles suivies (Météo France, ou autre, selon la localisation des parcelles), les variables climatiques à recueillir sont :

- Températures journalières mini et maxi
- Pluviométrie journalière
- ETP
- Rayonnement
- HR si possible

Les données de pluie, ETP, irrigations, texture du sol (ainsi qu'une estimation de la profondeur du sol fournie par l'agriculteur), seront utilisées pour calculer un bilan hydrique sur chaque parcelle.

RECOLTE/ ANALYSE DES LOTS RECOLTES

1. Placettes de récolte

Les modalités des placettes manuelle de récolte seront précisées ultérieurement dans le protocole d'enquête culturale printemps-été 2013 (P13J25).

2. Récolte agriculteur

Les modalités de récolte seront précisées ultérieurement dans le protocole d'enquête culturale printemps-été 2013 (P13J25).

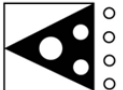
EXPLOITATION DES DONNEES ET RAPPORT D'ESSAI

Enregistrement des notations dans une base de données sous Excel :

- Notations maladies et ravageurs
- Stade de développement
- Structure du peuplement (densité et hauteur)
- Description de l'état de surface du sol

- Biomasse des plantes (parties aériennes et racines)
- Diagnostic de nutrition minérale des plantes (parties aériennes + racines) et du sol
- Rendement
- FG et typologie des semences non germées

Analyse statistique descriptive dans un premier temps, puis ACP, AFP...

PROTOCOLE  FNAMS	CAROTTE PORTE-GRAINE : Enquête culturelle visant à établir les causes des problèmes de rendement et de germination (printemps / été)	Code FNAMS : <input type="text" value="P13J25"/>
		Maître d'œuvre : <input type="text" value="CR"/> Date : 16/05/13 N° de version : 1 Protocole validé par : JAF Date : 16/05/13
LOCALISATION : Beauce & Sud Ouest		EXPERIMENTATEURS : BC) + stagiaire, CR, EM, J. Kolopp (Vilmorin)
Confidentialité : <input type="text" value="NON"/>	Partenaires associés : <input type="text" value="UFS"/>	
DIFFUSION (en plus des expérimentateurs) : J.A. FOUGEREUX, D. ROUSSEAU, E. LAURENT, S. FOUCRON		
Encadré à compléter en cas de modification de la version initiale :		

THEME DE L'ETUDE

La section Semences potagères du Gnis a initié, début 2012, un programme d'action spécifique visant à déterminer les causes des défauts de germination et de rendement de la carotte porte-graine en partenariat avec les établissements semenciers, les agriculteurs multiplicateurs et la FNAMS.

De la floraison à la récolte 2012, des enquêtes culturelles (= suivi de parcelles) ont été réalisées sur 10 parcelles dans le secteur Beauce. Cette action a permis de préciser les principaux facteurs agissant sur les défauts de rendement et de germination.

En 2013, cette action est reconduite sur 12 parcelles dans le secteur Beauce et 5 parcelles dans le sud ouest de la floraison à la récolte. Ces parcelles ont déjà fait l'objet d'un suivi pendant la phase végétative de la carotte porte-graine (protocole P13J24)

OBJECTIFS

Les facteurs identifiés comme prioritaires suite à l'analyse des résultats de l'enquête culturelle 2012, des essais factoriels punaises ainsi que de la recherche bibliographique conduite dans le cadre de l'étude carotte du GNIS sont :

La piste 'pollinisation et fécondation'

- Masse florale et synchronisation de la floraison
- Activité et abondance des pollinisateurs

La piste 'ravageurs'

- Punaises (*Lygus sp.* et *Orthops sp.*)
- Psylles (*Bactericera trigonica* vecteur du phytoplasme stolbur, ...)
- Autres insectes vecteurs de maladies

La piste 'maladies'

- Phomopsis
- Etat sanitaire des plantes (parties aériennes et racines ; phytoplasmes, bactéries...).
- Relation avec les insectes vecteurs.

Les facteurs identifiés comme secondaires agissant sur les défauts de germination et de rendement sont :

La piste 'nutrition minérale'

Composition chimique (12 éléments majeurs) :

- Sol (mesurée dans le protocole P13J24)
- Plantes (parties aériennes et racines) (mesurée dans le protocole P13J24)
- Semences

La piste 'Immaturité à la récolte'

Ces données seront complétées par les informations de pratiques culturales et interventions phytosanitaires des agriculteurs, ainsi que les données relatives au fonctionnement du peuplement (dates des stades clés du développement reproducteur, architecture des plantes), et au climat.

L'ensemble des paramètres recueillis seront confrontés aux résultats de rendement et de qualité germinative.

DISPOSITIF D'ENQUETE

La zone d'étude est divisée dans deux régions de production :

- La première se situe en Beauce (secteur Mer et Châteaudun) : 12 parcelles (6 populations et 6 hybrides)
- La seconde se situe dans le Sud Ouest (Gers et Lot et Garonne) : 5 parcelles hybrides

Le type variétal étudié est la nantaise : population améliorée 2 et hybride.

Au total 17 parcelles agriculteurs seront suivies en 2013 (voir tableau ci-dessous).

Etablissement	Type	Zone Beauce	Zone Sud Ouest
Frasem	POP Nantaise	3	
GSN	POP Nantaise 2	2	
Prograines	POP Nantaise 2	1	
Clause	HYB Nantaise	2	
Vilmorin	HYB Nantaise 27	4	5

ENTRETIEN DE LA CULTURE

L'entretien de la culture est réalisé par l'agriculteur multiplicateur.

QUESTIONNAIRE ITK AMS

Un questionnaire est transmis à l'agriculteur dès le premier contact pour connaître l'itinéraire cultural de la parcelle (modalités d'implantation, fertilisation, traitements phytosanitaire, irrigation, date/ positionnement des ruches...). Le questionnaire est présenté dans l'annexe 1.

L'expérimentateur fixera un rendez-vous après la récolte avec l'agriculteur pour finir de remplir ensemble ce document.

FREQUENCE DU SUIVI EN CULTURE

On peut prévoir une dizaine de visites pour chaque parcelle, entre la montaison et la récolte, avec l'objectif de visiter chaque parcelle au moins une fois par semaine pendant la floraison.

Dans le tableau ci-dessous sont récapitulés les notations et prélèvements à réaliser en fonction du stade de la culture.

L'expérimentateur veillera à contacter l'agriculteur avant chaque visite en culture pour l'avertir de sa présence, se tenir informé des dates des traitements phytosanitaires et les recenser.

Notations / prélèvements	MONTAISON	FLORAISON	MATURATION	RECOLTE
Stade de développement	X	X	X	
Densité		DF OI		
Hauteur		DF OI, FF OIII		
Architecture		FF OIII		
Etat sanitaire des plantes	fin montaison	PF OI, PF OII, PF OIII		
Ravageurs (focus punaises et psylles)	X	X	X	
Adventices	X	X		
Environnement de la parcelle		X		
Activité des pollinisateurs		X		
Récolte manuelle				X
Analyse chimique semences				X

I. VARIABLES MESUREES PENDANT LA MONTAISON

1.1. Stades de développement

A réaliser à **une à deux reprises pendant la montaison**

La notation est à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

A proximité des placettes suivies dans l'enquête culturale pendant la phase végétative (P13J24), repérer 3 placettes de 10 plantes consécutives (éviter les zones peu représentatives (plantes manquantes...)).

- Mesurer la hauteur de chaque plante contenue dans chaque placette.
- Préciser sur chaque plante, la date de dégagement des ombelles primaires et secondaires

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 2.

1.2. Prélèvement et inventaire des ravageurs présents (focus punaises et psylles)

A réaliser à **une à deux reprises pendant la montaison**

La notation est à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

i. Filet fauchoir

- Passer le filet fauchoir sur une végétation sèche en 5 séries de 5 coups espacés de 5 pas chacune, c'est à dire 25 coups de filet fauchoir.
- Chaque coup de filet doit faire un demi-cercle en maintenant le cercle dans la partie supérieure de la végétation.

En Beauce :

- Psylles
 - Récupérer les psylles avec l'aspirateur à bouche en vue d'identifier l'espèce ultérieurement.
 - Conserver à sec dans flacon numéroté et renseigné.
 - Au retour du terrain, placer le flacon au congélateur jusqu'à identification.
- Punaises & autres ravageurs nuisibles
 - Transférer le reste du contenu du filet dans une bassine avec un couvercle.
 - Identifier les punaises jusqu'au genre et les dénombrer.
 - Identifier jusqu'à la famille ou au genre et dénombrer les autres individus nuisibles. Si besoin prélever quelques individus dans un flacon pour une identification ultérieure.

Dans le sud ouest :

- Transférer le contenu du filet dans un flacon.
- Verser de l'alcool à 70°C dans le flacon et le fermer.
- Identifier chaque prélèvement avec la date, le nom de la parcelle et la lignée.
- Expédier les échantillons à l'antenne d'Ouzouer (45 Voie Romaine BP 23 41240 OUZOUEUR LE MARCHE) pour l'identification des individus piégés.

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 3.

ii. Pièges à phéromone pour punaises

- En Beauce, sur 3 parcelles, positionner 2 pièges de *Lygus rugulipennis* par parcelle. Sur 1 parcelle possédant déjà 2 pièges *L. rugulipennis*, positionner 2 autres pièges de *Lygus pratensis*. La période de piégeage s'étend de fin mai à fin septembre.
- Dans le Sud-ouest, sur 2 parcelles, positionner 2 pièges de *Lygus rugulipennis* par parcelle. La période de piégeage s'étend de fin mai à fin août.

Chaque piège dispose d'une capsule de phéromone placée dans l'emplacement prévu à cet effet. La partie inférieure du piège est remplie avec un peu d'eau (5 cm) et quelques gouttes de liquide vaisselle incolore et sans odeur.

Chaque piège doit être numéroté et identifié par LR pour piège *L. rugulipennis* ou LP pour piège *L. pratensis*. Sur les parcelles, chaque piège est repéré par un fanion.

Disposer un piège *L. rugulipennis* à l'extrémité d'un rang, si possible à proximité d'une zone avec des adventices ou d'une parcelle de carotte en année n-1 juxtaposé à la parcelle d'enquête. Le second piège sera positionné dans la zone centrale de la parcelle. Disposer selon le même principe les 2 pièges *L. pratensis* en espaçant les 2 types de pièges (*L. rugulipennis* et *L. pratensis*) entre 30 à 40 mètres.

Chaque piège doit être fixé à un tuteur et positionner au sommet de la végétation. La fixation du piège au tuteur doit être modulable afin de toujours positionner le piège au niveau du sommet de la végétation.

Les relevés des pièges sont hebdomadaires.

Lors de chaque relevé :

- Dévisser la partie inférieure du piège, récupérer les punaises capturées afin de déterminer, a posteriori et sous une loupe binoculaire, s'il s'agit de *Lygus rugulipennis* ou *Lygus pratensis*, et si l'on observe la présence d'individus du genre Orthops.
- Identifier chaque prélèvement avec la date, le nom/numéro de la parcelle, la lignée et le numéro de piège.

En Beauce,

- la détermination doit être faite dans la semaine suivant l'obtention des individus, pour éviter leur détérioration. Si la détermination est planifiée pour une date ultérieure, bien sécher avec un papier absorbant les spécimens collectés et les placer au congélateur.
- Remettre de l'eau et du liquide vaisselle dans le piège.

Dans le sud-ouest

- Transférer les punaises piégées dans un flacon.
- Verser de l'alcool à 70°C dans le flacon et le fermer.
- Expédier les échantillons à l'antenne d'Ouzouer (45 Voie Romaine BP 23 41240 OUZOUEUR LE MARCHE) pour l'identification des punaises piégées
- Remettre de l'eau et du liquide vaisselle dans le piège.

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 4.

La capsule de phéromone doit être changée toutes les 4 semaines. Lors du changement de la capsule, utiliser obligatoirement des gants pour ne pas fausser la phéromone.

Les capsules en attente d'utilisation sont stockées au réfrigérateur. Les capsules qui ne seront pas utilisées cette saison peuvent être conservées au congélateur pendant 2 ans.

1.3. Etat sanitaire des plantes

A réaliser **fin montaison**

Prélever dans 6 zones de la parcelle, 5 plantes (tiges + racines) consécutives par zone.

La notation est à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

- Décrire les symptômes foliaires et racinaires.
- Prendre des photos de plantes ou de groupes de plante présentant des symptômes caractéristiques identiques.

❖ Maladies

- Pour chaque maladie observée, estimer le % de plantes atteintes (fréquence) et évaluer en moyenne le % de lésion du ou des organes atteints (intensité). Préciser le ou les ordres d'ombelles atteints.
- Envoyer quelques symptômes typiques et/ou inconnus/douteux à Elise MOREL (Antenne d'Ouzouer - 45 Voie Romaine BP 23 41240 OUZOUEUR LE MARCHE) qui effectuera un 1^{er} diagnostic visuel et fera réaliser, si besoin, des tests de recherche de pathogène.

❖ Ravageurs du sol (mouche)

- Réaliser la notation en utilisant la classification (méthode OEPP) décrite ci-dessous :
1 = carotte saine
2 = une galerie superficielle ou dégât sans incidence sur le peuplement et le rendement
3 = une galerie profonde avec incidence sur la suite de la culture
- En cas de doute sur le ou les ravageurs présents, prélever quelques spécimens et les envoyer à Elise MOREL (Antenne d'Ouzouer - 45 Voie Romaine BP 23 41240 OUZOUEUR LE MARCHE) pour une première identification et qui fera si besoin une confirmation du diagnostic auprès du LNPV – Unité d'Entomologie ENSAM ou de la FREDON Centre.

Enregistrer les données dans l'annexe 5.

1.4. Notation adventice

A réaliser à chaque visite, estimer le niveau de salissement global de la parcelle et identifier les principales adventices présentes à une assez forte densité. Pour la méthode utiliser la grille de notation adventice, à l'aide de l'annexe 6.

I. VARIABLES MESUREES PENDANT LA FLORAISON ET LA MATURATION

1.1. Stades de développement

A réaliser sur chaque parcelle du dispositif, une fois semaine.

La notation est à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

A proximité des placettes suivies dans l'enquête culturelle pendant la phase végétative (P13J24), repérer 3 placettes de 5 plantes consécutives (prendre des rangs différents, éviter les zones peu représentatives (plantes manquantes...)).

A chaque visite, noter sur chaque plante, le stade phénologique des ombelles d'ordre I, II et III (Annexe 2 : schéma général de la hampe florale).

Définition des stades phénologiques :

- **Population et lignée femelle**
 - (Bouton floral (BF))
 - Début floraison de l'ombelle (DF): déploiement des tout premiers pétales (= stade 2) à la périphérie de l'ombelle.
 - Pleine floraison de l'ombelle (PF): dès que 50% des fleurs de l'ombelle sont au stade 2
 - Fin floraison de l'ombelle (FF): quelques fleurs encore épanouies au centre de l'ombelle
 - Fin remplissage de l'ombelle (FR) : dès que l'ombelle est de couleur jaune
- **Lignée mâle**
 - (Bouton floral (BF))
 - Début floraison de l'ombelle (DF): déhiscence des anthères dès que les pétales sont entrouverts (= stade 1) à la périphérie de l'ombelle.
 - Pleine floraison de l'ombelle (PF): dès que 50% des fleurs de l'ombelle sont au stade 1
 - Fin floraison de l'ombelle (FF): encore quelques fleurs au centre de l'ombelle au stade 1

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 7.

1.2. Structure – architecture du peuplement

Les notations sont à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

iii. Densité de peuplement

A réaliser **au stade début floraison des ombelles primaires**, sur chaque parcelle du dispositif.

Sur 4 placettes de 2 rangs adjacents sur 5 mètres linéaires, compter le nombre de plantes par placette. Vérifier l'écartement entre rangs sur un passage de semoir.

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 8.

iv. Hauteur du peuplement

A réaliser **au stade DFOI et FF OIII**, sur chaque parcelle du dispositif.

Ce paramètre, simple et rapide à mesurer, donnera une indication sur la masse végétative de la culture.

Noter la hauteur du peuplement à l'aide d'une tige graduée, sur 10 points de mesure pris au hasard (ne pas prendre les 10 mesures sur le même rang).

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 9.

v. Architecture des plantes

A réaliser après fin floraison **des ombelles tertiaires**.

Prélever les placettes 'stades de développement' (3 placettes de 5 plantes consécutives, voir paragraphe 1. Stade de développement), compter sur chaque plante le nombre d'ombelles et préciser leurs positionnements.

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 10.

Remarque : Pour les ordres élevées (IV et V) ne compter que les ombelles blanches à fleurie voire en remplissage.

1.3. Prélèvement et inventaire des ravageurs présents (focus punaises et psylles)

Les prélèvements ravageurs sont à **réaliser toutes les semaines pendant la floraison des cultures.**

Les prélèvements de ravageurs doivent tenir compte de leur activité et donc des conditions météorologiques : température > 15°C, le vent faible, végétation sèche, journée lumineuse. Ces éléments météorologiques sont importants et doivent être enregistrés à chaque notation.

i. Description des parcelles et de leurs environnements

En cours de campagne, remplir dans l'annexe 11 les informations concernant:

- Les conditions climatiques le jour de la description
- La forme et l'orientation (points cardinaux) de la parcelle
- Les cultures présentes sur les parcelles limitrophes,
- L'environnement immédiat de la parcelle :
 - o Proximité d'une zone refuge (bois, haie, chemin), évaluation de sa distance, direction.
 - o Site de nidification d'insectes pollinisateurs (jachère, bande enherbée, chemin, cultures mellifères...), évaluer distance et préciser.

ii. Filet fauchoir

Cette notation est à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

Même méthode de prélèvement que détaillée dans le paragraphe **1.2. i. Prélèvement et inventaire des ravageurs présents (focus punaises et psylles).**

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 3.

iii. Pièges à phéromone pour punaises

Même méthode de prélèvement que détaillée dans le paragraphe **1.2. ii. Pièges à phéromone pour punaises.**

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 4.

1.4. Activité des pollinisateurs

L'observation le matin (10h – 12h) permettrait d'observer le butinage du pollen par les insectes pollinisateurs alors que l'après-midi (14h – 16h) les insectes seraient à la recherche de nectar.

Essayer d'alterner la période de notation (matin / après-midi) pour chaque parcelle entre les différentes visites. Ceci permettra de comparer la fréquentation des différents pollinisateurs selon des périodes déterminées de la journée

Les observations des insectes pollinisateurs doivent tenir compte de leur activité et donc des conditions météorologiques : température > 15°C, le vent faible, végétation sèche, journée lumineuse. Ces éléments météorologiques sont importants et doivent être enregistrés à chaque notation.

Cette notation est **à réaliser toutes les semaines pendant la floraison des cultures sur toutes les parcelles.**

Cette notation est à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

En se déplaçant le long des rangs et par un balayage visuel, le notateur compte à l'aide de trois compteurs manuels :

- Le nombre d'ombelles observées (compteur 1), il faut en observer 100
- Le nombre d'insectes pollinisateurs sauvages butinant sur l'ombelle (compteur 2),
- Le nombre d'abeilles domestiques (compteur 3).

En outre, on tentera de différencier les insectes pollinisateurs avec ou sans pelotes de pollen sur les pattes. Le nombre de pollinisateurs dénombrés sera transformé de manière à obtenir une densité de pollinisateurs pour 100 ombelles.

Réaliser 3 répétitions sur les populations et 2 répétitions par lignée sur les hybrides.

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 12.

1.5. Etat sanitaire des plantes & recherche de symptômes atypiques

i. Notation maladies

A chaque visite, réaliser une notation maladie sur chacune des 3 placettes de 5 plantes consécutives (placettes du suivi stade de développement voir paragraphe 1) plus les 5 plantes consécutives du rang contigu.

Pour chaque maladie observée, estimer le % de plantes atteintes (fréquence) et le % de lésion du ou des organes atteints (intensité). Préciser le ou les ordres d'ombelles atteints.

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 5.

Remarque : *En présence de grillures d'ombelles en quartier (symptôme du phomopsis), estimer le pourcentage de plantes attaquées et préciser l'ordre d'ombelles atteintes. Sur certaines parcelles du réseau d'enquêtes, un essai spécifique phomopsis (P13B06) sera en place et permettra de récupérer les notations phomopsis.*

ii. Etat sanitaire des plantes (parties aériennes & racines)

A réaliser à 3 reprises pendant la floraison (PF OI, PF OII et PF OIII)

Même méthode de prélèvement et notation que détaillée dans le paragraphe **1.3. Etat sanitaire de plantes**

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 5.

iii. Recherche de symptômes atypiques

a. Parcours type dans la parcelle

Toutes les semaines parcourir une partie de la parcelle en dehors de la zone d'étude (composé par les 3 placettes de suivi) en empruntant les zones de passage des engins agricoles.

b. Marquage de plantes et d'ombelles avec symptômes atypiques:

Dès que les premiers symptômes apparaissent sur une ou plusieurs plantes :

- Décrire ces symptômes et préciser la date d'observation, la situation sur la plante, la situation de la plante dans la parcelle et prendre des photos.
- Marquer la plante puis la ou les ombelles concernées par un twist de couleur (identifier la date d'apparition).
- Contacter également l'ingénieur régional FNAMS et le technicien d'établissement pour le tenir informé de la présence de symptômes atypiques.

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 13.

c. Suivi de la progression des symptômes :

Une fois par semaine, faire une notation de la progression des symptômes à l'intérieur de la parcelle et à l'échelle des plantes marquées.

Tenir informé l'ingénieur régional FNAMS et le technicien d'établissement de l'évolution des symptômes.

Si de nouvelles plantes présentent des symptômes :

- Décrire ces symptômes et préciser la date d'observation, la situation sur la plante, la situation de la plante dans la parcelle et prendre des photos.
- Marquer la plante puis la ou les ombelles concernées par un twist de couleur (identifier la date d'apparition).
- Sur quelques plantes touchées, estimer le % de lésion de la surface foliaire et / ou de l'ombelle.
- Estimer à l'échelle de la parcelle le % de plantes touchées par le symptôme décrit.
- Prélever 4 - 5 plantes (ou parties de plantes) présentant les symptômes pour diagnostic. Echantillons à expédier si laboratoire compétent a priori connu, ou stocké au congélateur si attente nécessaire.

Enregistrer les données sur la fiche modèle jointe en annexe 14.

d. Prélèvement à maturité

A maturité (avant la récolte de l'agriculteur), sur les parcelles présentant des symptômes d'ombelles, prélever les plantes marquées / date d'apparition des symptômes.

Couper les ombelles de chaque plante / date de marquage. Les mettre dans un sac coton et identifier l'échantillon. Mettre les ombelles au séchoir agricole jusqu'à l'analyse des semences. Expédier les échantillons à Labosem. Les pailles seront conservées et mises dans un sac pour analyse pathologique.

1.6. Notation adventice

A réaliser à chaque visite, estimer le niveau de salissement global de la parcelle et identifier les principales adventices présentes à une assez forte densité. Pour la méthode utiliser la grille de notation adventice, à l'aide de l'annexe 6.

1.7. Composition chimiques des semences

Les analyses chimiques sur semences seront réalisées par le laboratoire SAS.

Les analyses chimiques réalisées sont :

- Azote total méthode Dumas
- Phosphore total/EXTR type 10
- Potassium total/EXTR type 10
- Calcium total/EXTR type 10
- Magnésium total/EXTR type 10
- Sodium total/EXTR type 10
- Cuivre total/EXTR type 10
- Zinc total/EXTR type 10
- Manganèse total/EXTR type 10
- Fer total/EXTR type 10
- Bore total/EXTR type 10
- Soufre total et humidité résiduelle 50°C/130°C

Récupérer auprès de Labosem, un échantillon du lot agriculteur après triage (voir paragraphe **RECOLTE/ ANALYSE DES LOTS RECOLTES 2. Récolte agriculteur**)

- Prélever 1 échantillon d'environ 100 g de graines par parcelle.
- Répartir et mettre les graines dans 2 sacs par parcelle (sacs fournis à cet effet par le laboratoire SAS)
- Remplir le bordereau d'expédition (fichier Excel joint, onglet N semences)
- Sur le bordereau d'expédition :
 - coller une étiquette code barre (la deuxième étant mise sur le sac). Dans la cellule « référence » coder l'échantillon (Nom producteur - date).
 - le N° bon de commande correspond au Code essai – département / N° (de 1 à ... correspondant au numéro d'envoi)
 - dans la cellule « code analyse SAS » indiquer le code analyse **V12**.
- Envoyer les échantillons ainsi préparés au SAS le jour du prélèvement par Chrono Post (délais de 24 heures entre le prélèvement et la réception au SAS), avec une lettre accompagnatrice ci-jointe et le bordereau rempli.

SEMENCES : Au total 17 échantillons en double (préparer 2 échantillons du même lot) à envoyer au laboratoire SAS

RECOLTE

1. Placettes de récolte

A réaliser **quelques jours avant la récolte de l'agriculteur**

Dans chaque parcelle, prélever les plantes de 3 placettes de 2 rangs sur 3 ml.

Pour chaque placette rassembler les ombelles par ordre I, II et III
Les mettre dans un sac coton et identifier l'échantillon.

Au total 17 parcelles x 3 placettes x 3 ordres : 90 échantillons à envoyer à Labosem.

Pour tous les échantillons:

1. Séchage ombelles (pré-séchage à Ouzouer puis transfert vers la station de Brain pour séchage)
2. Battage et triage (brosse / nettoyeur- séparateur / (cylindre) / colonne et table densimétrique) des lots d'ombelles (réalisé par LABOSEM).
3. Analyse de la qualité des semences (réalisé par LABOSEM)

Conditions du test de germination :

- Boîtes potagères avec couvercle
- Substrat : 3 buvards / boîte + 6.5 ml d'eau minéralisée
- Température : 20°C constants - Lumière verticale: 9 heures/ jour
- Mode de semis : manuel
- Effectif : 4 × 100 semences

Relevés : réalisés à 7 et 14 jours. Pour chaque lot, compter les plantules normales et anormales (typologie), les semences non germées pourries et non germées saines (à effectuer à Labosem).

Après 14 jours, les semences non germées saines seront transmises à YP (FNAMS). En fonction des résultats de faculté germinative, certains lots pourront faire l'objet de typologie.

2. Récolte agriculteur

La récolte (andainage / dessiccation chimique, battage) est réalisée par l'agriculteur multiplicateur. Après la récolte et après le prénettoyage, un échantillon brut de 2 à 3 kg sera envoyé par le technicien à l'adresse ci-contre : FNAMS, A l'attention de Coraline RAVENEL, Impasse du verger – 49800 Brain sur l'Authion

Au total 17 échantillons à envoyer à Labosem

Pour tous les échantillons :

1. Battage et triage (brosse / nettoyeur- séparateur / (cylindre) / colonne et table densimétrique) (réalisé par LABOSEM).
2. Détermination du poids brut et net, du PMG (réalisé par LABOSEM)
3. Analyse de la qualité des semences (réalisé par LABOSEM et YP)

Conditions du test de germination :

- Boîtes potagères avec couvercle
- Substrat : 3 buvards / boîte + 6.5 ml d'eau minéralisée
- Température : 20°C constants - Lumière verticale: 9 heures/ jour
- Mode de semis : manuel
- Effectif : 4 × 100 semences

Relevés : réalisés à 7 et 14 jours. Pour chaque lot, compter les plantules normales et anormales (typologie), les semences non germées pourries et non germées saines (à effectuer à Labosem).

Après 14 jours, les semences non germées saines seront transmises à YP (FNAMS) pour typologie. Pour chaque semence non germée saine:

- Couper la semence en 2 dans le sens longitudinal, à l'aide d'un scalpel.
- Chaque partie est observée sous la loupe binoculaire.
- Chaque semence sera classée comme suit : semence avec embryon sans nécrose, semence avec embryon avec nécrose (entière ou extrémité), semence sans embryon (liquide, albumen pourri, douteuse, sans embryon 'vrai', embryon présent petite taille ou normal.

- Prendre des photos des différentes catégories d'embryon sous la loupe binoculaire avec un éclairage incident¹ et transmis².

4. Analyse de la viabilité de l'embryon sur 15 lots de semences (à faire par YP, FNAMS)

Sur les semences non germées saines, effectuer un test tétrazolium après avoir effectué la typologie des non germées.

Conditions du test de viabilité :

Solution Tétrazolium à 1%

Enceinte ventilée, température 30°C

Durée de mise en enceinte 18h

Les semences présentant après dissection un embryon seront mises sur un buvard, imbibées avec la solution de tétrazolium.

Relevés :

Après 18 heures, observer la coloration de l'embryon. Si l'embryon présente une coloration rouge, l'embryon est considéré viable, sinon l'embryon est considéré comme non viable. Prendre des photos des différentes catégories d'embryon sous la loupe binoculaire avec un éclairage incident¹ et transmis².

3. Analyses sur les lots 'symptômes atypiques'

Mêmes méthodes de germination que détaillées dans le paragraphe ci-dessus.

Le nombre d'échantillons à analyser n'est pas encore connu

Destruction des récoltes : destruction des récoltes et des sous produits éventuels pour les modalités comportant des produits sous numéros ou non homologués pour l'usage étudié, s'il existe un risque de mise à la consommation animale ou humaine.

RELEVES DES VARIABLES CLIMATIQUES

A partir des stations météo les plus proches des parcelles suivies (Météo France, ou autre, selon la localisation des parcelles), les variables climatiques à recueillir sont :

- Températures journalières mini et maxi
- Pluviométrie journalière
- ETP
- Rayonnement
- HR si possible

Les données de pluie, ETP, irrigations, texture du sol (ainsi qu'une estimation de la profondeur du sol fournie par l'agriculteur), seront utilisées pour calculer un bilan hydrique sur chaque parcelle.

EXPLOITATION DES DONNEES ET RAPPORT D'ESSAI

Enregistrement des notations dans une base de données sous Excel :

- Conduite culturale
- Stade de développement
- Densité, hauteur et architecture du peuplement
- Inventaire et dénombrement des ravageurs
- Abondance des pollinisateurs
- Etat sanitaire des plantes
- Diagnostic nutrition minérale sur semences
- Rendement, PMG
- FG, Typologie des semences non germées saines


Analyse statistique descriptive dans un premier temps, puis ACP, AFP...

¹ Rayon lumineux qui rencontre la surface d'un objet.

² Rayon lumineux qui traverse un objet.

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Questionnaire ITK
- Annexe 2 : Stade développement - montaison
- Annexe 3 : Filet fauchoir – Identification ravageurs
- Annexe 4 : Identification punaises
- Annexe 5 : Notations maladies/ravageurs
- Annexe 6 : Notations adventices
- Annexe 7 : Stade de développement
- Annexe 8 : Densité de peuplement
- Annexe 9 : Hauteur de peuplement
- Annexe 10 : Architecture des plantes
- Annexe 11 : Description des parcelles et de leur environnement
- Annexe 12 : Abondance des pollinisateurs
- Annexe 13 : Notations symptômes atypiques
- Annexe 14 : Progression symptômes atypiques

PROTOCOLE 	CAROTTE PORTE-GRAINE Test d'un insecticide en parcelles de multiplication, ciblé contre les psylles	Code FNAMS : P13J26 Maître d'œuvre : EM Date : 29/05/13 N° de version : 1
		Protocole validé par : E. LAURENT Date : 17/06/13
LOCALISATION : OUZOUEUR BRAIN	EXPERIMENTATEURS : E MOREL, B COUSSY Y PATEAU	
<ul style="list-style-type: none"> • Méthodes internes : Essai Insecticide - Acaricide - Nématocide : méthode Ravag • Méthode CEB : MO 77 – psylle du poirier Article station fédérale de Changins – le psylle de la carotte <i>Trioza apicalis</i> CR Finlandais d'essais efficacité d'insecticides sur <i>Trioza apicalis</i> 2007, 2011 • Méthode OEPP : 		
Confidentialité :	Partenaires associés :	
DIFFUSION (en plus des expérimentateurs) : J.A. FOUGEREUX, D. ROUSSEAU, E LAURENT, J. RAVENEAU, S. FOUCRON, C. DESSOMME, C. RAVENEL		
Encadré à compléter en cas de modification de la version initiale :		

DECLARATION

Oui

THEME DE L'ETUDE

En 2012, la présence de psylles dans les cultures de carotte porte-graine a été identifiée en Beauce. L'impact de ce ravageur est mal connu ; on le soupçonne d'être responsable de la transmission de phytoplasmes et de bactéries. Il doit également provoquer des dégâts directs en piquant les plantes.

OBJECTIFS

Cette étude a pour objectif de tester, en parcelles de multiplication, un programme insecticide ciblé contre le psylle en vue d'évaluer son impact sur la production de semences.

FACTEURS ETUDIÉS

Tableau 1 : liste des modalités testées

Modalités	Descriptions
1	Témoin non traité
2	Interventions en végétation programmées dès la détection des adultes sur les plaques jaunes engluées ou dans une cuvette jaune. Insecticide utilisé : I506BCS à la dose de 0.75 l

En période de floraison, les traitements devront être effectués le soir, après le départ des abeilles. A noter que cet insecticide ne bénéficie pas de la mention abeille. La cadence de traitement sera de 3 semaines. Le dernier traitement sera déclenché première semaine d'août (au plus tard le 10 août). Ainsi, il est prévu au total 4 interventions du stade montaison de la carotte à la fin maturation des semences.

Vu que ce produit n'agit qu'au bout de 12 jours après l'application, une première intervention à base de diméthoate à la dose de 0.75 l/ha sera réalisée aussitôt après la détection des 1ers psylles. Cette application a pour but de détruire rapidement les adultes présents compte tenu du temps d'action du I506BCS. Au bout de 24 h, le premier traitement au I506BCS sera réalisé.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'essai est mené sur une parcelle de multiplication où le risque psylle est important. Trois plaques jaunes et une cuvette jaune seront implantées dans la culture dès le stade montaison.

L'essai sera réalisé en plusieurs bandes (1 bande = 2 m de large et 60 m de long). Chaque modalité sera répétée 2 fois donc 2 bandes seront implantées par modalité. Les deux répétitions traitées seront réparties le long d'un passage de pulvérisateur de l'agriculteur. Les 10 m environ restants à droite et à gauche serviront de témoin pour favoriser les ré-infestations naturelles. Au bout des deux extrémités des deux bandes traitées, 5 m de témoin seront implantés.

La taille de la zone expérimentale sera de 24 m de large sur 70 m de long soit 1680 m².

Les bandes traitées et témoins seront partagées en deux de manière à obtenir 4 observations par modalité.

ENTRETIEN DE LA CULTURE

Le multiplicateur aura interdiction d'appliquer un insecticide sur la zone expérimentale. Par contre, il y réalisera le même programme fongicide que sur le reste de la parcelle.

MODALITES D'APPLICATION DES TRAITEMENTS

Les produits seront appliqués avec un appareil type PULVEXPER conformément au mode opératoire. Tous les traitements sont réalisés à 200 l/ha.

Les interventions débuteront dès la détection des psylles sur les pièges. Les données bibliographiques nous indiquent que le produit I506BCS est efficace contre le psylle de la carotte : *Trioza apicalis*. C'est donc cette spécialité qui a été choisie. Les applications seront renouvelées à la fin de la rémanence de l'insecticide utilisé soit au bout de 3 semaines. En absence d'individus dans la zone traitée et sur les plaques jaunes, la protection sera arrêtée.

OBSERVATIONS ET MESURES AVANT LA MISE EN PLACE DE L'ESSAI

Sur deux parcelles identifiées dans le cadre du suivi de parcelles (P13J24 / P13J25), la population de psylles sera suivie à l'aide de :

- 3 plaques jaunes engluées
- cuvette

Avant le choix du site expérimental et le déclenchement des traitements, ces observations seront réalisées sur une zone témoin tous les 15 jours.

OBSERVATIONS ET MESURES EN COURS DE CULTURE

Avant le déclenchement du 1^{er} insecticide (au diméthoate), deux observations seront réalisées :

Aspiration : 4 placettes de 5 m² (2 rangs * 5 m.l.) prises au hasard et réparties équitablement sur la bande expérimentale traitée et témoin feront l'objet de 3 périodes d'aspiration : implantation de l'essai, floraison et maturation des ombelles II. Les 3 placettes seront regroupées dans un seul échantillon par modalité. De retour à la station, ces prélèvements seront congelés puis feront l'objet dans les jours suivants d'un tri et d'un dénombrement d'adultes et de larves de psylles. Quelques individus seront conservés pour une détermination ultérieure. Les individus piégés seront conservés si possible dans de l'alcool à 96° non dénaturé et mis au congélateur dans un tube identifié par date ou bien simplement dans de l'alcool à 70°.

L'aspiration doit être rigoureuse et doit respecter les 5 m² de surface afin de pouvoir suivre la population de psylles de manière comparable entre les modalités et les dates d'aspiration.

Dénombrement : sur les deux modalités et à 1 seule période, les carottes de 4 rangs * 1 m.l. seront arrachées et lavées de retour à la station selon la technique élaborée par les Suisses. Les rangs de prélèvement seront répartis sur l'ensemble de la bande expérimentale et seront choisis au hasard. Les plantes des 4 rangs seront regroupées pour former 1 seul échantillon par modalité. Avant le lavage, le nombre de plantes arrachées sera noté. Chaque carotte sera observée de manière à enregistrer si son aspect est normal. A défaut, les symptômes de phytoplasme

seront recherchés et enregistrés. Les feuilles des plantes récoltées seront ensuite lavées pendant 1-2 minutes au-dessus d'un entonnoir de grand diamètre équipé à sa base de deux filtres de mailles différentes permettant de recueillir les insectes présents sur les feuilles. Sous loupe binoculaire, les psylles et en particulier les œufs et les larves récupérés sur les filtres seront dénombrés.

Dès le déclenchement des interventions insecticides et toutes les semaines, le suivi de la population de psylles sera effectué à l'aide du piégeage chromatique et des observations de plantes.

Plaques jaunes enlées : dans le témoin, 3 plaques jaunes seront installées : une à chaque bordure et une au milieu. Elles seront enlées sur les 2 faces et seront dirigées vers le vent dominant. Le seuil utilisé par les Suisses pour déclencher les traitements est de 0.2 psylle/piège/jour. Le nombre de psylles piégés sera enregistré chaque semaine afin de suivre l'évolution de la population.

Cuvette jaune : dans le témoin, 1 cuvette sera installée et relevée toutes les semaines. Le nombre de psylles piégés sera enregistré chaque semaine afin de suivre l'évolution de la population. Les individus piégés seront conservés dans de l'alcool pour rapide identification.

Avant le déclenchement des traitements soit toutes les 3 semaines, une observation supplémentaire sera réalisée en plus du suivi de piégeage :

Observation des plantes : au niveau des 4 placettes implantées pour réaliser les aspirations, la hauteur de 10 plantes successives et identifiées sera mesurée et enregistrée. L'aspect de ces 10 plantes sera aussi observé en distinguant deux cas : une croissance normale des carottes et une croissance anormale avec blocage de la végétation, jaunissement et rougissement du feuillage et présence de tiges surnuméraires au niveau du collet. Seront enregistrés le nombre de plantes présentant des symptômes sur les 10 observés. L'ensemble de la zone expérimentale en distinguant le témoin de la zone traitée fera aussi l'objet d'une observation rapide afin de repérer des symptômes et surtout leur répartition : plantes éparses, foyer, généralisé. Quelques plantes présentant des symptômes de phytoplasme seront prélevées et congelées à la station.

A la fin de l'expérimentation, les informations relatives aux pratiques culturales et aux interventions phytosanitaires sur l'ensemble de la parcelle seront récupérées auprès de l'établissement et de l'agriculteur.

Matière sèche : début août si une croissance anormale de certaines plantes dans la zone expérimentale a été constatée en quantité significative, une mesure de matière sèche sera réalisée. Sur chaque modalité, 4 placettes de 2 m² (2 rangs * 2 m.l.) seront récoltées et une mesure de matière sèche sera réalisée : enregistrement du nombre de plantes prélevées, du poids frais de chaque placette, puis après broyage de la moitié des plantes, pesée de l'échantillon avant et après mise à l'étuve (durant 48 h à 80°C).

Délais de rentrée : toutes notations, mesures ou prélèvements nécessitant de pénétrer dans les parcelles, devront se faire en respectant les délais de rentrée autorisés selon les traitements phytosanitaires appliqués sur la parcelle.

RECOLTE

Les deux modalités seront récoltées manuellement de manière à prélever 4 placettes de 4 rangs * 3 m.l. par modalité, soit : 2 placettes par bande équidistantes entre elles. (8 échantillons)

Pour chaque placette, couper les ombelles et les séparer par ordre en regroupant les ombelles II et III. Disposer les primaires et les II + III dans un sac de coton séparé et bien identifié avec le nom de la parcelle, le traitement (traité/non traité), et le N° de placette (1 étiquette à l'intérieur du sac + 1 à l'extérieur). Total = 16 échantillons.

Acheminer ces sacs à Brain/ Authion pour séchage.

Se procurer auprès de l'Ets des données de rendement et de FG de la parcelle

Destruction des récoltes : destruction des récoltes et des sous produits éventuels pour les modalités comportant des produits sous numéros ou non homologués pour l'usage étudié, s'il existe un risque de mise à la consommation animale ou humaine.

ANALYSE DES LOTS RECOLTES

Battage à Labosem de chaque sac, puis triage, mesure du PMG. Dans un premier temps un test de faculté germinative et analyse typologique d'un échantillon des semences non germées sera réalisé seulement sur un témoin et 1 échantillon traité par ordre d'ombelle sur la répétition la plus touchée (soit 4 échantillons analysés).

Les semences non germées saines seront transmises à YP (FNAMS) pour typologie. Pour chaque semence non germée saine:

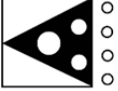
- Couper la semence en 2 dans le sens longitudinal, à l'aide d'un scalpel.
- Chaque partie est observée sous la loupe binoculaire.
- Chaque semence sera classée comme suit : semence avec embryon sans nécrose, semence avec embryon avec nécrose (entière ou extrémité), semence sans embryon (liquide, albumen pourri, douteuse, sans embryon 'vrai', embryon présent petite taille ou normal).

En fonction des résultats, les autres échantillons pourront être analysés (12 échantillons supplémentaires).

EXPLOITATION DES DONNEES ET RAPPORT D'ESSAI

Analyse de variance effectuée sur les différentes variables :

- nombre de psylles piégés
- nombre de plantes avec symptômes
- hauteur de plantes
- rendement
- PMG
- Taux de déchet
- FG

PROTOCOLE  FNAMS	CAROTTE PORTE-GRAINE : Test de buttage à l'automne, de brûlage des plantes et d'apport de cuivre en parcelle de multiplication	Code FNAMS : P13J28
		Maître d'œuvre : <input type="text" value="CR"/> Date : <input type="text" value="16/11/12"/> N° de version : <input type="text" value="2"/> Protocole validé par : <input type="text" value="JAF"/> Date : <input type="text" value="16/11/12"/>
LOCALISATION : Beauce		EXPERIMENTATEURS : Techniciens d'établissement
Confidentialité : NON		Partenaires associés : UFS
DIFFUSION (en plus des expérimentateurs) : J.A. FOUGEREUX, D. ROUSSEAU, E. LAURENT, C. RAVENEL, E. MOREL, B. COUSSY (CDD), Y. PATEAU, S. FOUCRON		
Encadré à compléter en cas de modification de la version initiale :		

DECLARATION

Sans objet

THEME DE L'ETUDE

La section Semences potagères du Gnis a initié, début 2012, un programme d'action spécifique visant à déterminer les causes des défauts de germination et de rendement en carotte porte-graine en partenariat avec les établissements semenciers, les agriculteurs multiplicateurs et la FNAMS.

Les Etats-Unis, producteurs de semences de carotte, ne connaissent pas les problèmes de rendement et de germination que nous rencontrons en France. Dans ce pays, est couramment pratiqué (i) l'implantation en billon pour limiter le risque d'asphyxie et (ii) le brûlage des plantes pendant l'hiver pour améliorer l'état sanitaire. Il semble intéressant de tester ces deux pratiques et d'en étudier leur impact sur la qualité d'implantation et l'état sanitaire des plantes, le rendement et la faculté germinative. De plus, il sera testé si un apport de cuivre à l'automne peut avoir un effet bactéricide sur les plantes.

OBJECTIFS

Cette étude a pour objectif de tester en parcelle de multiplication l'effet du buttage, du brûlage des plantes et d'un apport de cuivre à l'automne sur la qualité d'implantation des plantes, le rendement et la faculté germinative.

FACTEURS ETUDIÉS

Les facteurs étudiés sont :

- Traitement 1 : Témoin (conduite classique)
- Traitement 2 : buttage avant entrée hiver
- Traitement 3 : brûlage des plantes avant entrée hiver
- Traitement 4 : buttage avant entrée hiver + début montaison
- Traitement 5 : apport de cuivre à l'automne

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'essai est conduit dans quelques parcelles de multiplication, dans lesquelles seront mise œuvre les traitements 1, 2 et/ou 3 et/ou 4 et/ou 5.

Chaque traitement devra être récolté séparément pour disposer de lots de semences distincts.

Traitement 1 : Témoin (conduite classique sur le reste de la parcelle)

Traitement 2 : avant l'entrée hiver, recouvrir le collet des plantes à l'aide d'un passage de bineuse dans l'interrang sur une bande de 2 fois la largeur de l'outil utilisé (faire une aller/retour) sur toute la longueur de la parcelle.

Traitement 3 : avant l'entrée hiver, brûler les plantes avec un désherbeur thermique sur une bande de 2 fois la largeur de l'outil utilisé (faire une aller/retour) sur toute la longueur de la parcelle.

Traitement 4 : sur une zone ayant reçu le traitement 2 effectuer un 2^{ème} buttage début montaison.

Traitement 5 : apport de cuivre à l'automne (2 apports de 0.5 kg/ha de KOCIDE 2000)

Dans la mesure du possible, séparer les traitements d'une dizaine de mètres l'un de l'autre.

ENTRETIEN DE LA CULTURE

L'entretien de la culture est réalisé par l'agriculteur multiplicateur.

MODALITES D'APPLICATION DES TRAITEMENTS

La réalisation des traitements est assurée par le technicien d'établissement ou l'agriculteur.

OBSERVATIONS ET MESURES AVANT LA MISE EN PLACE DE L'ESSAI

RAS

QUESTIONNAIRE ITK AMS

L'Etablissement transmettra un questionnaire à l'agriculteur pour connaître l'itinéraire cultural sur tout le cycle de la culture. Le questionnaire est présenté dans l'annexe 1 du protocole automne-hiver 2012-13. Le technicien d'établissement s'assurera de récupérer le questionnaire auprès de l'agriculteur en fin de campagne.

OBSERVATIONS ET MESURES EN COURS DE CULTURE

1. Au moment de la mise en œuvre d'un ou de plusieurs traitements: notations sur le témoin (T1)

La notation est à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

1.1. Stade, densité et développement racinaire

Sur le témoin (T1):

- Repérer 3 placettes de 2 rangs contigus sur 2 ml.
- Sur chaque placette, arracher les plantes et les compter
- Sur chaque plante :
 - Déterminer le stade (nombre de feuille)
 - Mesurer le diamètre des racines au collet
 - Mesurer la longueur de la racine principale (entre le collet et l'extrémité de la racine principale (diamètre de 1 mm)
- Enregistrer les données dans l'annexe 2.

1.2. Notation maladies et ravageurs du sol

- Le jour du prélèvement, réaliser une appréciation globale de l'état sanitaire et physiologique de la parcelle (zone de jaunissement, dégâts de gel,...).
- Sur chacune des plantes des 3 placettes prélevées, décrire les symptômes des parties aériennes et souterraines.
- Prendre des photos de plantes ou de groupes de plante présentant des symptômes caractéristiques identiques.

❖ Maladies

- Pour chaque maladie ou type de symptôme observés, estimer le % de plantes atteintes (fréquence) et évaluer en moyenne le % de lésion du ou des organes atteints (intensité).
- Envoyer quelques symptômes typiques et/ou inconnus/douteux à Elise MOREL (Antenne d'Ouzouer) qui effectuera un 1^{er} diagnostic visuel et fera réaliser, si besoin, des tests de recherche de pathogène.

❖ Ravageurs du sol (mouche)

- Réaliser la notation en utilisant la classification (méthode OEPP) décrite ci-dessous :
1 = carotte saine
2 = une galerie superficielle ou dégât sans incidence sur le peuplement et le rendement
3 = une galerie profonde avec incidence sur la suite de la culture
- En cas de doute sur le ou les ravageurs présents, prélever quelques spécimens et les envoyer à Elise MOREL pour une première identification et qui fera si besoin une confirmation du diagnostic auprès du LNPV – Unité d'Entomologie ENSAM ou de la FREDON Centre.
- Enregistrer les données dans l'annexe 3

1.3. Biomasse des plantes (parties aériennes et racines) OU hauteur

Sur le témoin (T1):

❖ Mesure de matière sèche des plantes

Chaque placette est à traiter indépendamment :

- Après la notation maladies/ravageurs, peser le poids frais total de chaque placette.
- Prendre un sous-échantillon (de minimum 500g) correspondant à la moitié des plantes (noter le nombre de plantes exactement). L'autre sous-échantillon est conservé à la station pour analyse complémentaire si besoin.
- Sur le sous-échantillon, séparer les racines et les tiges.
- Passer chaque type d'organe au broyeur puis mettre les broyats dans les sacs à étuve.
- Peser le poids frais des racines et des tiges de chaque sous échantillon ainsi que la tare avec une balance précise au 10ème de grammes
- Mettre à l'étuve à 80°C pendant 48 h
- Les peser à la sortie de l'étuve : poids sec avec une balance précise au 10ème de grammes
- Enregistrer les données dans l'annexe 4

OU

❖ Mesure de la hauteur des plantes

Mesurer la hauteur des plantes de chaque placette.
Enregistrer les données dans l'annexe 2.

Délais de rentrée : toutes notations, mesures ou prélèvements nécessitant de pénétrer dans les parcelles, devront se faire en respectant les délais de rentrée autorisés selon les traitements phytosanitaires appliqués sur la parcelle.

2. Après la reprise de végétation (vers mi avril)

Les notations sont à réaliser sur chaque lignée si la production est hybride.

2.1. Stade, densité et développement racinaire

A réaliser sur le témoin et le (ou les) traitement(s) testé(s).

Même méthode de notation et prélèvement que détaillé dans le paragraphe **1.1.Stade, densité et développement racinaire**.

2.2. Notation maladies et ravageurs du sol

A réaliser sur le témoin et le (ou les) traitement(s) testé(s).

Même méthode de notation et prélèvement que détaillé dans le paragraphe **1.2.Notation maladie et ravageurs du sol**.

2.3. Biomasse des plantes (parties aériennes et racines) ou hauteur

A réaliser sur le témoin et le (ou les) traitement(s) testé(s).

Même méthode de notation et prélèvement que détaillé dans le paragraphe **1.3.Biomasse des plantes (parties aériennes et racines) ou hauteur**

RECOLTE

2 possibilités de récolte, dans la mesure du possible, privilégier la 1^{ère} possibilité.

1^{ère} possibilité : Estimation du rendement et de la faculté germinative à partir de la récolte agriculteur.

Dans ce cas, il faut être en mesure de récolter séparément le témoin, le traitement 2 (buttage) et/ou le traitement 3 (brûlage) et/ou le traitement 4 (2 buttages) et/ou le traitement 5 (cuivre) avec pesée de chacun des lots ainsi récoltés et le calcul de la surface récoltée.

2^{ème} possibilité : Estimation du rendement et de la faculté germinative à partir de récolte manuelle

Dans ce cas, il conviendra de récolter manuellement pour chaque modalité, toutes les ombelles sur 3 placettes de 5m². Pour chaque traitement, prélever 3 placettes, l'une au centre, et les 2 autres équidistantes entre cette première placette et la bordure. Pour la partie témoin, prélever 3 placettes espacées d'au moins 10 m entre elles et avec le (ou les) traitement(s).

Pour chacune des modalités et chaque placette, couper toutes les ombelles et les disposer par dans un sac de jute ou de coton.

Sécher les échantillons puis les battre à poste fixe avant détermination du rendement et test de faculté germinative.

Pour les 2 possibilités, bien identifier les échantillons prélevés (1 étiquette à l'intérieur du sac + 1 à l'extérieur) avec :

- **nom de l'établissement**
- **nom de la parcelle**
- **modalité (traitement 1, traitement 2, traitement 3, traitement 4, traitement 5)**
- **N° de placette si récolte manuelle**

Destruction des récoltes : destruction des récoltes et des sous produits éventuels pour les modalités comportant des produits sous numéros ou non homologués pour l'usage étudié, s'il existe un risque de mise à la consommation animale ou humaine.

ANALYSE DES LOTS RECOLTES

Sur chaque échantillon, réaliser le triage et le test de faculté germinative (nombre de plantules normales, anormales, semences non germées pourries et non germées saines).

EXPLOITATION DES DONNEES ET RAPPORT D'ESSAI

Enregistrement des notations dans une base de données sous Excel :

- Stade de développement
- Structure du peuplement (densité et hauteur)
- Notations maladies et ravageurs
- Biomasse des plantes (parties aériennes et racines)
- Rendement
- FG et typologie des semences non germées.

SYNTHESE DES RESULTATS : TEST DE BUTTAGE, DE BRULAGE DES PLANTES ET D'APPORT DE CUIVRE EN PARCELLE DE MULTIPLICATION

1. THEME ET OBJECTIFS DE L'ACTION

Les Etats-Unis, producteurs de semences de carotte, ne connaissent pas les problèmes de rendement et de germination que nous rencontrons en France. Dans ce pays, est couramment pratiqué (i) l'implantation en billon pour limiter le risque d'asphyxie et (ii) le brûlage des plantes pendant l'hiver pour améliorer l'état sanitaire.

Cette étude a pour objectif de tester en parcelle de multiplication l'effet du buttage, du brûlage des plantes et d'un apport de cuivre à l'automne sur la qualité d'implantation des plantes, le rendement et la faculté germinative.

2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

3 essais en parcelles agriculteurs ont été mis en place.

- Sur le 1er essai, une parcelle population, suivie par FRASEM, les 2 facteurs étudiés sont :
 - **Le buttage avant entrée hiver** : buttage réalisé avec une bineuse agronomique 12 rangs (vitesse : env. 12 km/h) le 29/11/2013 (**photo 1**).
 - **L'apport de cuivre avant entre hiver** : 1 application de KOCIDE 2000 à la dose de 3kg/ha le 29/11/2013.1 bande par facteur de 12m de large sur 100m environ, le reste de la parcelle représente le témoin.

- Sur le 2ème essai, une parcelle hybride, suivie par Prograines le facteur étudié est **le brûlage sortie hiver** (14/03/2013) avec 2 vitesses testées : 5km/h et 2.5km/h (**photo 2**). Le brûlage a été effectué à une hauteur de 30 cm, directement sur le rang.
1 bande par modalité étudiée de 2 rangs femelle sur toute la longueur de la parcelle. Le reste de la parcelle représente le témoin.

- Sur le 3ème essai, une parcelle population de type Nantaise suivie par Prograines, le facteur étudié est **l'apport de cuivre** (application de KOCIDE 2000 le 08/11/2012 à 0.5 kg/ha et le 16/04/2013 à 2.5 kg/ha). La parcelle est divisée en 2 partie égale, une zone témoin et une zone avec application de cuivre.

Au moment de la mise en œuvre des traitements et à la reprise de végétation, plusieurs notations terrains (stade, densité et développement racinaire, notations maladies et ravageurs, biomasse ou hauteur des plantes) étaient prévues au protocole pour caractériser le développement végétatif de la culture. A la récolte, un prélèvement de plantes par facteur étaient également prévu au protocole afin que le laboratoire Labosem réalise le triage et le test de faculté germinative avec typologie des semences non germées. Ces notations et prélèvements ont été adaptés selon les conditions de l'essai et les contraintes de l'expérimentateur.



Photo 1 : bineuse agronomique 12 rangs

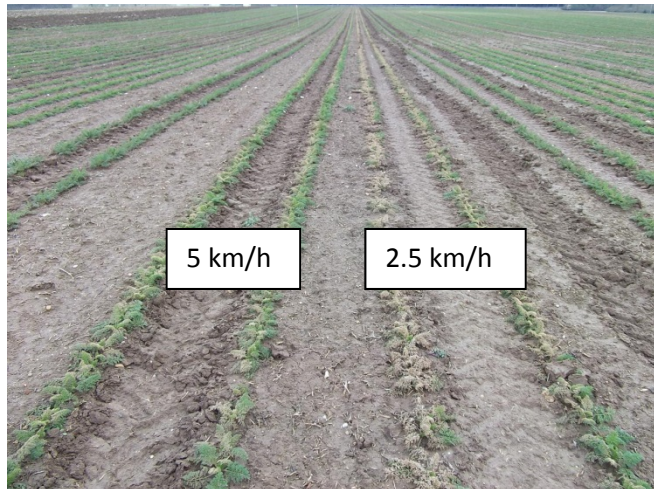


Photo 2 : Essai brûlage sur les 2 rangs femelle à gauche brûlage à 5km/h et sur les 2 rangs femelle à droite brûlage à 2.5 km/h, récolte 2013. Le brûlage à 2.5 km/h paraît le plus efficace pour faire disparaître le feuillage. Photo prise le 20 mars 2013. Beauce, récolte 2013.

3. RESULTATS

Sur le premier essai, conduit par FRASEM, les carottes présentaient un très bon développement avant hiver, la parcelle était homogène. Après la reprise (début avril 2013), le développement végétatif de la culture (stade, densité, diamètre au collet et longueur des racines) est similaire sur les différentes modalités testées (témoin, buttage, apport de cuivre). De fait, le prélèvement à la récolte n'a été réalisé que sur la partie témoin. Le rendement décevant de la parcelle (436 kg/ha), s'explique en partie par le dessèchement précoce des plantes malgré un bon état racinaire.

Sur l'essai 'brûlage' conduit par PROGRAINES, la mesure de matière sèche réalisée après la reprise (fin avril 2013) ne montre aucune différence du développement végétatif entre les modalités (Tableau 1). De même, aucune différence significative du poids brut, du poids net et du taux de déchets n'apparaît entre les différentes modalités testées (tableau 2). A noter qu'il existe une forte hétérogénéité entre les répétitions d'un même traitement. L'analyse de la faculté germinative n'a pas été réalisée.

Tableau 1 : Mesure de matière sèche (racine et partie aérienne) en g/plante réalisée sur l'essai 'brûlage' et 'apport de cuivre' fin avril 2013. Beauce, récolte 2013.

Facteur étudié	Modalité	Matière sèche (en g/plante)	
		Racine	Partie aérienne
Brûlage (prélèvement du 18/04/13)	Témoin	0,128	0,154
	2,5km/h	0,122	0,157
	5km/h	0,126	0,159
Cuivre (prélèvement du 24/04/13)	Témoin	0,119	0,186
	Apport de cuivre	0,121	0,194

Tableau 2 : Anova ($\alpha=0,5$) du poids brut, du poids net et du taux de déchets par modalité, Essai 'brûlage' conduit en Beauce, récolte 2013.

		Poids brut avant battage (gr)	Poids lot net (gr)	Taux de déchets TOTAL (%)
T1	Témoin	1341	187	86
T2	2,5 km/h	1173	130	89
T3	5 km/h	1063	208	76
Moyenne		1192	175	84
E.T.R.		428,20	27,10	9,70
C.V. (en %)		35,9	15,5	11,6
Significativité		NS	NS	NS
Probabilité du F		0,7000	0,1000	0,3000

Sur le 3^{ème} essai 'apport de cuivre' conduit par PROGRAINES, la mesure de matière sèche réalisée après la reprise (fin avril 2013) ne montre aucune différence du développement végétatif entre le témoin et la modalité avec apport de cuivre (Tableau 1). Le poids brut, le poids net, le rendement et la FG, enregistrés sur les 2 modalités testées, sont résumés dans le tableau 3 ci-dessous. Ces résultats ne nous permettent pas de conclure sur l'effet d'un apport de cuivre sur le rendement grainier et la faculté germinative.


Tableau 2 :

Poids brut, poids net, rendement et FG par modalité. Essai 'apport de cuivre'. Beauce, récolte 2013.

	Poids Lot Brut (kg)	Poids Lot Net (kg)	Taux déchets réel usine (%)	Rendement (kg/ha)	FG (%)
Témoin	2107	1003	52	401	89
Apport de cuivre	1784	796	55	318	93

4. CONCLUSION

Les conditions de mise en œuvre des traitements ont été compliquées compte-tenu des conditions climatiques pluvieuses de l'automne 2012. Dans les conditions de l'année, les essais conduits par les partenaires d'après un protocole mis au point par la FNAMS n'ont montré aucun effet du buttage, du brûlage ou d'un apport de cuivre sur le rendement grainier et la faculté germinative.

PROTOCOLE  FNAMS	CAROTTE PORTE-GRAINE Impact des punaises sur le rendement et la germination des semences : comparaison de différents seuils de déclenchement des traitements insecticides	Code FNAMS : P13J29 Maître d'œuvre : EM Date : 25/05/13 N° de version : 1
		Protocole validé par : E. LAURENT Date : 03/06/13
LOCALISATION : OUZOUER		EXPERIMENTATEURS : E MOREL, B COUSSY, Y. PATEAU
• Méthodes internes : Essai Insecticide - Acaricide - Nématicide : méthode Ravageurs • Méthode CEB : • Méthode OEPP :		
Confidentialité :		Partenaires associés :
DIFFUSION (en plus des expérimentateurs) : J.A. FOUGEREUX, D. ROUSSEAU, E MOREL, J. RAVENEAU, C. RAVENEL, S. FOUCRON		
Encadré à compléter en cas de modification de la version initiale :		

DECLARATION

Sans objet

THEME DE L'ETUDE

L'implication de différentes espèces d'insectes de type punaise (*Lygus sp* ou *Orthops.sp.*, Ordre des Hémiptères, Sous-Ordre Hétéroptère) dans les problèmes de germination sur carotte a été démontrée dès les années 50. Les résultats 2012 ont confirmé dans certains cas leur implication et ces punaises auraient participé sur un site à la production de semences non germées à embryon nécrosé. Cette piste doit être poursuivie d'où cette nouvelle année d'étude.

OBJECTIFS

Cette étude va être conduite en parcelles de multiplication ; elle a pour objectif de :

- confirmer l'impact de ces punaises sur la qualité des semences,
- identifier le genre responsable de ces attaques,
- de vérifier s'il existe un lien entre population de punaises, stade de la culture et impact sur la germination des semences.

FACTEURS ETUDIÉS

Dans un environnement infesté en 2012 par les Orthops et les Lygus, une parcelle de Beauce sera sélectionnée de manière à réaliser l'expérimentation. A trois reprises les punaises seront identifiées afin de noter le genre prédominant et la composition de la population présente sur ce site expérimental. Quatre modalités seront implantées dont des témoins non traités et 3 modalités traitées à l'aide d'un programme insecticide ciblé contre les hétéroptères en fonction d'un niveau de population. Cette expérimentation sera menée du stade floraison jusqu'à la récolte. En comparaison avec un témoin non traité, l'impact des traitements insecticides sur le rendement et la germination des semences sera analysé.

Tableau 1 : Modalités testées

N° modalité	Désignation	Observations
1	Témoin non traité	0 interventions – exclu du dispositif
2	Protection de la culture tout au long de l'essai en fonction du niveau de population observée dans la parcelle expérimentale	X traitements en alternant les spécialités précisées ci-dessous dans le tableau 2 Déclenchement d'une intervention lorsque le niveau de population est compris entre 1 à 5 individus / 50 ombelles frappées.
3	Protection de la culture tout au long de l'essai en fonction du niveau de population observée dans la parcelle expérimentale	X traitements en alternant les spécialités précisées ci-dessous dans le tableau 2 Déclenchement d'une intervention lorsque le niveau de population est compris entre 6 et 10 individus / 50 ombelles frappées.
4	Protection de la culture tout au long de l'essai en fonction du niveau de population observée dans la parcelle expérimentale	X traitements en alternant les spécialités précisées ci-dessous dans le tableau 2 Déclenchement d'une intervention lorsque le niveau de population est compris > 10 individus / 50 ombelles frappées.

Tableau 2 : liste des insecticides utilisés contre les hétéroptères

Produits	Substance active	Dose homologuée	Persistance d'action	Période d'application
KARATE ZEON	lambda-cyhalothrine	0,125 l/ha	7 jrs	De début floraison à début maturation des ombelles III
MAVRIK FLO	tau-fluvalinate	0,3 l/ha	7 jrs	
MAGEOS MD	Alpha - cypermethrine	0.05 kg/ha	7 jrs	

Les insecticides testés bénéficient de la mention abeille : ils doivent être appliqués en dehors des périodes de butinage soit le soir. Les interventions seront renouvelées tous les 7 jours.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'essai sera réalisé sur deux bandes (1 bande = 4 rangs femelles = 2 m de large). Chaque modalité traitée sera répétée 3 fois donc 2 fois sur une bande et une fois sur l'autre. Les modalités traitées seront réparties le long de la bande et elles seront séparées par des zones témoin non traitées d'une longueur de 10 m pour favoriser les ré-infestations naturelles. La bande traitée sera aussi entourée de bandes non traitées (2 rangs mâles + 4 rangs femelles).

La taille des modalités traitées fera : 2 m de large sur 20 m de long.

La taille de la zone expérimentale sera d'environ 24 m de large sur 150 m de long soit 3600 m².

ENTRETIEN DE LA CULTURE

Aucun autre insecticide sur la parcelle durant la période étudiée (de la proche floraison à la récolte)

MODALITES D'APPLICATION DES TRAITEMENTS

Les traitements seront appliqués avec un pulvérisateur expérimental selon les recommandations du mode opératoire n° 11.

OBSERVATIONS ET MESURES AVANT LA MISE EN PLACE DE L'ESSAI

Du piégeage à l'aide de phéromones (*Lygus sp.*) et des frappages de 50 plantes sont réalisés tous les 15 jours sur la parcelle dès le stade montaison et jusqu'au début floraison avant de suivre l'évolution de la population et le genre prédominant. Ces notations vont servir également à suivre le stade de la carotte sur la zone expérimentale.

Lorsque la culture s'apprête à fleurir, un comptage plus précis sera réalisé une fois par semaine sur chaque modalité avec 50 ombelles frappées sur chaque répétition.

OBSERVATIONS ET MESURES EN COURS DE CULTURE

Avant chaque traitement et sur toutes les modalités et les répétitions, 50 ombelles seront frappées au-dessus d'une feuille blanche. Le nombre total de punaises sur 50 ombelles sera noté et si possible en différenciant le stade de l'insecte (larve et adulte) et le genre Orthops et Lygus.

Dans les bandes témoins, 2 X 50 ombelles choisies au hasard et réparties sur l'ensemble du site expérimental seront frappées. Au cours de ces frappages, la différenciation visuelle des deux espèces sera réalisée et le nombre d'individus / espèce sera précisé. Des prélèvements à l'aide d'un aspirateur à bouche seront réalisés à trois périodes différentes : début, mi et fin floraison.

Délais de rentrée : toutes notations, mesures ou prélèvements nécessitant de pénétrer dans les parcelles, devront se faire en respectant les délais de rentrée autorisés selon les traitements phytosanitaires appliqués sur la parcelle.

RECOLTE

Prélever dans chaque modalité et sur chaque répétition, 1 placette de 2 rangs X 3 m.l.

Dans les bandes témoins, prélever 3 placettes de 2 rangs X 3 m.l. espacées d'au moins 10 m entre elles et réparties sur l'ensemble du site expérimental. Soit 3 échantillons témoins + 9 échantillons traités = 12 échantillons

Pour chaque placette, couper les ombelles et les disposer par **ordre d'ombelle** dans un sac de coton bien identifié (1 étiquette à l'intérieur du sac + 1 à l'extérieur) avec le nom de la parcelle, le n° de modalité, le numéro d'ordre d'ombelle (I, II, III) et le N° de bloc ou de placette (pour le témoin). Total : 12x3 = 36 échantillons

Acheminer ces sacs à Brain/ Authion pour séchage.

Se procurer auprès de l'Ets des données de rendement et de FG de la parcelle.

Destruction des récoltes : destruction des récoltes et des sous produits éventuels pour les modalités comportant des produits sous numéros ou non homologués pour l'usage étudié, s'il existe un risque de mise à la consommation animale ou humaine.

ANALYSE DES LOTS RECOLTES

Battage à Labosem de chaque placette, puis triage, PMG et test de faculté germinative avec typologie des semences non germées :

Conditions du test de germination :

- Boîtes « potagères » avec couvercle
- Substrat : 3 buvards / boîte + 6.5 ml d'eau minéralisée
- Température : 20°C constants - Lumière verticale: 9 heures/ jour
- Mode de semis : manuel
- Effectif : 4 x 100 semences

Relevés : réalisés à 7 et 14 jours. Pour chaque lot, compter les plantules normales et anormales (typologie), les semences non germées pourries et non germées saines (à effectuer à Labosem).

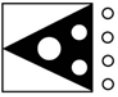
Après 14 jours, les semences non germées saines seront transmises à YP (FNAMS) pour typologie. Pour chaque semence non germée saine:

- Couper la semence en 2 dans le sens longitudinal, à l'aide d'un scalpel.
- Chaque partie est observée sous la loupe binoculaire.
- Chaque semence sera classée comme suit : semence avec embryon sans nécrose, semence avec embryon avec nécrose (entière ou extrémité), semence sans embryon (liquide, albumen pourri, douteuse, sans embryon 'vrai', embryon présent petite taille ou normal.

EXPLOITATION DES DONNEES ET RAPPORT D'ESSAI

Analyse de variance effectuée sur les différentes variables :

- nombre de punaises
- rendement
- PMG
- Taux de déchet
- FG

PROTOCOLE  FNAMS	CAROTTE PORTE-GRAINE Impact des punaises sur le rendement et la germination des semences : nuisibilité du genre <i>Orthops sp.</i> & <i>Lygus sp.</i>	Code FNAMS : P13J33 Maître d'œuvre : CR Date : 20/06/13 N° de version : 1
		Protocole validé par : EL Date : 20/06/13
LOCALISATION : 49 - 32		EXPERIMENTATEURS : VO, YP + stagiaire - BV
Confidentialité : non	Partenaires associés : <input type="text"/>	
DIFFUSION (en plus des expérimentateurs) : J.A. FOUGEREUX, D. ROUSSEAU, E. LAURENT, C. RAVENEL, J. RAVENEAU, S. FOUCRON, E. MOREL, B. COUSSY		
Encadré à compléter en cas de modification de la version initiale :		

DECLARATION

Sans objet

THEME DE L'ETUDE

L'implication de différents genres de punaise (Ordre des Hémiptères, Sous-Ordre Hétéroptères) dans les problèmes de rendement et germination sur carotte a été démontrée dès les années 50. Les résultats 2012 ont confirmé, dans certains cas, leur implication. Ces punaises auraient participé sur un site à la production de semences non germées saines avec un embryon nécrosé. Les deux genres suspectés et rencontrés en Beauce sont *Lygus sp* et *Orthops.sp.*. Il convient de préciser (i) la nuisibilité de ces deux genres de punaises et (ii) leur présence potentielle en dehors de la Beauce.

OBJECTIFS

Cette étude a pour objectif d'identifier :

- Sur un essai en station, la nuisibilité des punaises du genre *Lygus sp* et *Orthops.sp.* sur le rendement et la germination de la carotte porte-graine.
- Les genres de punaises présents dans les parcelles de carotte du sud-ouest.

FACTEURS ETUDIÉS

Sur l'essai en station, le facteur étudié est le genre de punaise.

A la fin floraison des ombelles secondaires, des punaises vont être déposées sur ces ombelles avant d'être ensachées pour rester en contact tout au long de la maturation des graines. Afin de mettre au point la technique de l'ensachage, deux types de sac vont être testés (sache Osmolux et filet insect-proof).

Les 8 modalités testées seront :

Modalités	Protection contre les punaises	Type de sac	Genre de punaise
T1	Entre début flo des OI et la récolte	Non ensaché	Pas de punaise
T2	Entre début flo des OI et fin flo des OII	Sache Osmolux	Pas de punaise
T3			<i>Lygus sp</i>
T4			<i>Orthops sp</i>
T5			Pas de punaise
T6		Filet insect-proof	<i>Lygus sp</i>
T7			<i>Orthops sp</i>
T8			Pas de protection

Si le nombre de punaises capturées ne permet pas de tester les 2 types de sacs, la sache Osmolux sera privilégiée et les modalités T5 à T7 ne seront pas mis en place.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Un essai sera mis en place sur la station de Brain-sur-l'Authion (49).

Le dispositif se compose de 2 bandes, la première mesure environ 50 m de long et la seconde 25m (voir plan en annexe).

Chaque bande est sous divisée en deux :

- Sur la largeur : avec la moitié en type nantaise (10 rangs) et l'autre moitié en type amsterdam (10 rangs).
- Sur la longueur : avec la moitié traitée contre les hétéroptères et l'autre moitié non traitée. Chaque zone étant séparée par une zone broyée de 2 m.

Dans la zone traitée (Z1) de la 1^{ère} bande : la protection contre les punaises sera assurée entre le début floraison des OI et la fin floraison des OII

Dans la zone traitée (Z2) de la 2^{ème} bande : la protection contre les punaises sera assurée entre le début floraison des OI et la maturité des graines.

Sur la station de Condom (32), il n'y aura pas un essai spécifique mis en place pour ce protocole. Sur les essais carotte porte-graine de la station, deux campagnes de prélèvement de punaises seront réalisées pendant la floraison.

MODALITES D'APPLICATION DES TRAITEMENTS

Les traitements seront appliqués avec un pulvérisateur expérimental selon les recommandations du mode opératoire n° 11.

CAPTURE ET ELEVAGE DES PUNAISES

Dans le réseau de parcelles suivi en Beauce (P13J25), capturer au filet fauchoir ou avec l'aspirateur à bouche au moins une cinquantaine de *Lygus* sp. et une cinquantaine d'*Orthops* sp.

De retour au laboratoire, dans des flacons transparents en polyéthylène (ou un pot en plastique de plus grand volume) contenant des haricots verts frais et des ombellules de carotte, transférer les individus capturés. Fermer l'ouverture du flacon à l'aide d'une maille (type filet insect-proof) et maintenu par un élastique. Les haricots sont à changer tous les 2 – 3 jours ; ils seront coupés en 2 et ouverts dans le sens de la longueur.

Quelques jours avant le stade fin floraison des ombelles secondaires sur l'essai de Brain, acheminer les individus piégés sur le site de l'essai.

En présence de punaise sur la station de Brain, un élevage pourra également être mise en place en complément.

OBSERVATIONS ET MESURES EN COURS DE CULTURE

Les observations, notations en ensachages sont à réaliser uniquement sur la variété type nantaise.

De début floraison des OI à fin floraison des OII (BRAIN)

Entre le début floraison des ombelles primaires et la fin floraison des ombelles secondaires, l'application de traitements insecticides contre les hétéroptères sera réalisée dans les zones traitées (Z1 et Z2) à une fréquence de 7 à 10 jours.

Tableau 1 : liste des insecticides utilisés contre les hétéroptères

Produits	Substance active	Dose homologuée	Persistance d'action
KARATE ZEON	lambda-cyhalothrine	0,125 l/ha	7 js
MAVRIK FLO	tau-fluvalinate	0,3 l/ha	7 js
MAGEOS MD	Alpha - cypermethrine	0.05 kg/ha	7 js

Remarque : Les insecticides testés bénéficient de la mention abeille : ils doivent être appliqués en dehors des périodes de butinage c'est-à-dire en soirée.

Avant chaque traitement insecticide contre les hétéroptères :

- Définir le stade des ombelles par ordre (début floraison¹, pleine floraison², fin floraison, remplissage)
- Dans chaque zone traitée (Z1 et Z2), frapper 50 ombelles au-dessus d'une feuille blanche.
 - o Compter le nombre total de punaises du genre Orthops sp. et Lygus sp.. Préciser le stade (adulte, larve) et si possible le genre (Orthops sp. Lygus sp.).
 - o Lors des premiers frappages, capturer quelques spécimens et les envoyer à Ouzouer (B. Coussy) pour confirmation de l'identification.
 - o Le traitement insecticide est systématique après chaque frappage (tous les 7-8 jours) même en l'absence de punaise. Si au bout de 2 – 3 semaines de suivi, aucune punaise n'est observée le traitement insecticide pourra être suspendu.

Afin de vérifier que l'application d'insecticides pendant la floraison ne perturbent pas trop l'activité des pollinisateurs il pourra être réalisé à une à deux reprises pendant la floraison des ombelles II, des piégeages au filet fauchoir (25 coups : 5 séries de 5 coups) dans les zones traitées et non traitées pour comparer l'abondance des pollinisateurs entre les différentes zones.

- Passer le filet fauchoir sur une végétation sèche en 5 séries de 5 coups, c'est à dire 25 coups de filet fauchoir.
- Chaque coup de filet doit faire un demi-cercle en maintenant le cercle dans la partie supérieure de la végétation.
- Tuer les insectes avec une courte pulvérisation d'insecticide ou de l'acétate d'éthyl
- Récolter les insectes piégés à l'aide d'un sac à congélation placé à la sortie du filet
- Conserver les à sec dans le sac à congélation numéroté et renseigné. Puis expédier les échantillons à Ouzouer pour leurs identifications.

De fin floraison des OII à maturité (BRAIN)

Dans la **zone traitée Z1** et au stade fin floraison des ombelles secondaires :

- Déposer une punaise du genre Lygus sp. sur une ombelle secondaire en fin floraison et ensacher l'ombelle dans un sac Osmolux. Fixer le sac à la tige à l'aide d'un twist. Ensacher de cette manière, au total 20 ombelles secondaires au stade fin floraison avec des punaises du genre Lygus sp. (1 punaise du genre Lygus sp / ombelle) et 20 autres ombelles secondaires au même stade avec des punaises du genre Orthops (1 punaise du genre orthops / ombelle)
- Réaliser le même mode opératoire avec des sacs de type filet insect-proof
- Ensacher 20 ombelles secondaires au stade fin floraison sans punaise (bien vérifier l'absence de punaise « naturelle » avant d'ensacher).

Remarque : le nombre d'ombelles ensachées doit être identique entre les 3 modalités et précisé dans le rapport d'essai.

Dans la **zone non traitée**, et au stade fin floraison des ombelles secondaires :

- Marquer 20 ombelles secondaires en fin floraison à la même date que les ensachages réalisées dans la zone traitée Z1.

Dans la **zone traitée Z2**, et au stade fin floraison des ombelles secondaires :

- Marquer 20 ombelles secondaires en fin floraison à la même date que les ensachages réalisées dans la zone traitée Z1.
- En présence de punaises entre la fin floraison des ombelles secondaires et la maturité, réaliser des traitements insecticides contre les hétéroptères à une fréquence de 7 à 10 jours.
- Avant chaque traitement insecticide contre les hétéroptères :
 - o Définir le stade des ombelles par ordre (début floraison, pleine floraison, fin floraison, remplissage)

¹ Déploiement des tout premiers pétales (= stade 2) à la périphérie de l'ombelle.

² 50% des fleurs de l'ombelle sont au stade 2

- Dans la zone traitée, frapper 50 ombelles au-dessus d'une feuille blanche.
 - Compter le nombre total de punaises du genre Orthops sp. et Lygus sp.. Préciser le stade (adulte, larve) et si possible le genre (Orthops sp. Lygus sp.).
 - Le traitement insecticide est systématique après chaque frappe (tous les 7-8 jours) même en l'absence de punaise. Si au bout de 2 – 3 semaines de suivi, aucune punaise n'est observée le traitement insecticide pourra être suspendu.

Pendant la floraison (CONDOM)

Sur les parcelles de carotte porte-graine en place sur la station, deux frappages d'ombelles en début et fin floraison seront réalisés de manière à collecter une vingtaine de punaises adultes du genre Lygus sp. ou Orthops sp. Ces insectes seront conservés dans des flacons d'alcool à 70° puis expédiés à la station d'Ouzouer le Marché (41) pour leur identification.

Délais de rentrée : toutes notations, mesures ou prélèvements nécessitant de pénétrer dans les parcelles, devront se faire en respectant les délais de rentrée autorisés selon les traitements phytosanitaires appliqués sur la parcelle.

RECOLTE

A maturité :

- Dans la zone Z1 : prélever les ombelles secondaires ensachées en distinguant chacune des modalités.
- Dans la zone Z2 : prélever les d'ombelles secondaires marquées. Préciser le nombre exact d'ombelles prélevées – il doit correspondre au nombre d'ombelles ensachées par modalité.
- Dans la zone non traité : prélever les d'ombelles secondaires marquées. Préciser le nombre exact d'ombelles prélevées – il doit correspondre au nombre d'ombelles ensachées par modalité.

Destruction des récoltes : destruction des récoltes et des sous produits éventuels pour les modalités comportant des produits sous numéros ou non homologués pour l'usage étudié, s'il existe un risque de mise à la consommation animale ou humaine.

ANALYSE DES LOTS RECOLTES

Pour tous les échantillons :

1. Battage et triage (brosse / nettoyeur- séparateur / (cylindre) / colonne et table densimétrique) des lots d'ombelles (réalisé par LABOSEM).
2. Détermination du poids brut et net, du PMG (réalisé par LABOSEM)

Nombre d'échantillons à analyser :8

3. Analyse de la qualité des semences (réalisé par LABOSEM et YP)

Conditions du test de germination :

- Boîtes potagères avec couvercle
- Substrat : 3 buvards / boîte + 6.5 ml d'eau minéralisée
- Température : 20°C constants - Lumière verticale: 9 heures/ jour
- Mode de semis : manuel
- Effectif : 4 × 100 semences

Relevés : réalisés à 7 et 14 jours. Pour chaque lot, compter les plantules normales et anormales (typologie), les semences non germées pourries et non germées saines (à effectuer à Labosem).

Après 14 jours, les semences non germées saines seront transmises à YP (FNAMS) pour typologie. Pour chaque semence non germée saine:

- Couper la semence en 2 dans le sens longitudinal, à l'aide d'un scalpel.
- Chaque partie est observée sous la loupe binoculaire.
- Chaque semence sera classée comme suit : semence avec embryon sans nécrose, semence avec embryon avec nécrose (entière ou extrémité), semence sans embryon (liquide, albumen pourri, douteuse, sans embryon 'vrai', embryon présent petite taille ou normal.

- Prendre des photos des différentes catégories d'embryon sous la loupe binoculaire avec un éclairage incident³ et transmis⁴.

4. Analyse de la viabilité de l'embryon sur 36 lots de semences (à faire par YP, FNAMS)

Sur les semences non germées saines, effectuer un test tétrazolium après avoir effectué la typologie des non germées.

Conditions du test de viabilité :

Solution Tétrazolium à 1%

Enceinte ventilée, température 30°C

Durée de mise en enceinte 18h

Les semences présentant après dissection un embryon seront mises sur un buvard, imbibées avec la solution de tétrazolium.

Relevés :

Après 18 heures, observer la coloration de l'embryon. Si l'embryon présente une coloration rouge, l'embryon est considéré viable, sinon l'embryon est considéré comme non viable. Prendre des photos des différentes catégories d'embryon sous la loupe binoculaire avec un éclairage incident¹ et transmis².

EXPLOITATION DES DONNEES ET RAPPORT D'ESSAI

ANOVA 1 facteur 4 modalités sur le rendement grainier, la FG et la typologie des semences non germées saines

³ Rayon lumineux qui rencontre la surface d'un objet.

⁴ Rayon lumineux qui traverse un objet.