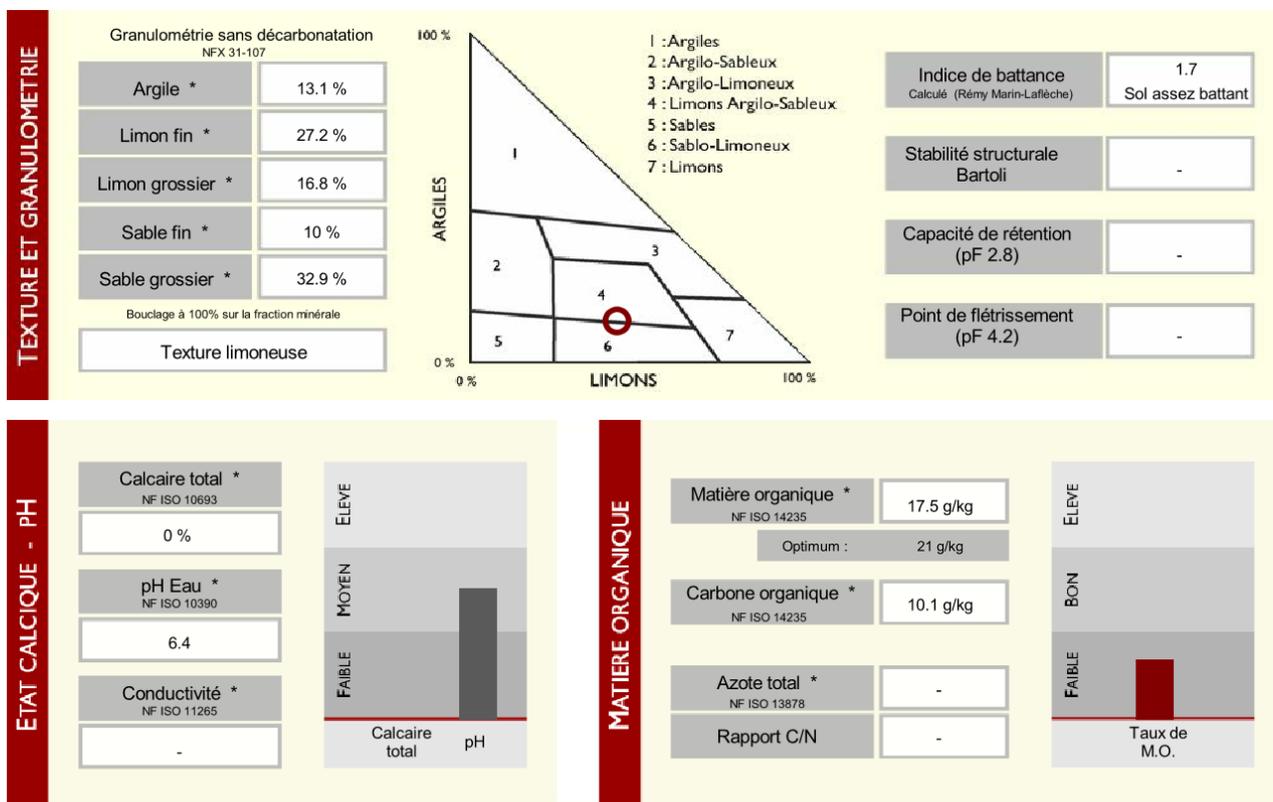


ANNEXE 1



1 : Argiles
2 : Argilo-Sableux
3 : Argilo-Limoneux
4 : Limons Argilo-Sableux
5 : Sables
6 : Sablo-Limoneux
7 : Limons

Indice de battance Calculé (Rémy Marin-Lafèche)	1.7
Stabilité structurale Bartoli	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Point de flétrissement (pF 4.2)	-

Extrait de l'analyse de sol initiale de la plateforme (2015 – prof. 15 cm)

ANNEXE 2

Description du dispositif

La plateforme d'essai est située sur une parcelle de 3,2 ha depuis septembre 2015.

Les cinq systèmes de cultures testés, en bandes, sont :

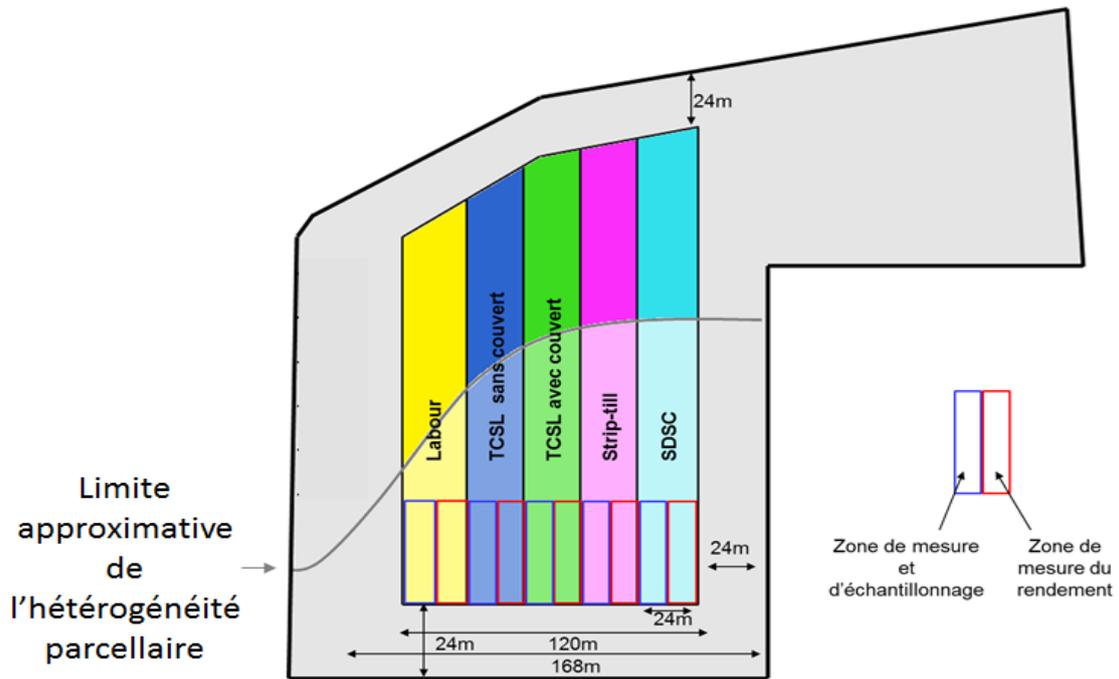
- S1 : système « labour systématique »
- S2 : système « TCS avec labour occasionnel » (*anciennement « TCS sans couvert »*)
- S3 : système « TCS » (*anciennement « TCS avec couvert »*)
- S4 : système « semis direct¹ » (*anciennement « strip-till »*)
- S5 : système « semis direct sans glyphosate » (*anciennement « semis direct »*)

(TCS : Techniques Culturelles Simplifiées)

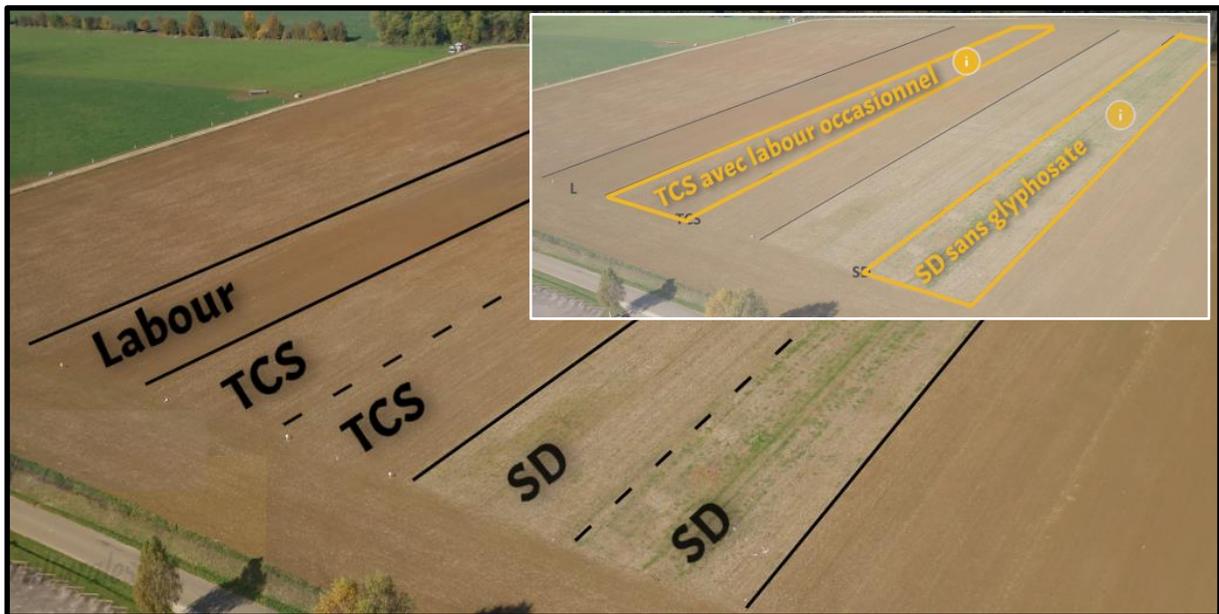
Ces bandes, de 24 m de large et 200 m de longueur, sont subdivisées en deux bandes de 12 m. L'une d'elle sert au suivi des modalités susceptibles d'engendrer une perte légère de rendement en raison de comptages, de prélèvements de terre et de réalisations de fosses pédologiques. L'autre est donc exclusivement dédiée à la mesure du rendement.

¹ Il ne s'agit pas d'un semis direct sous couvert : un couvert est implanté au cours des intercultures longues uniquement

L'ensemble des mesures est réalisé sur une longueur de 40m dans la partie sud de la parcelle contenue dans la zone homogène en terme de caractéristiques pédologiques.



Organisation de la plateforme d'essai sur la fertilité et la conservation des sols



Vue aérienne du dispositif

ANNEXE 3

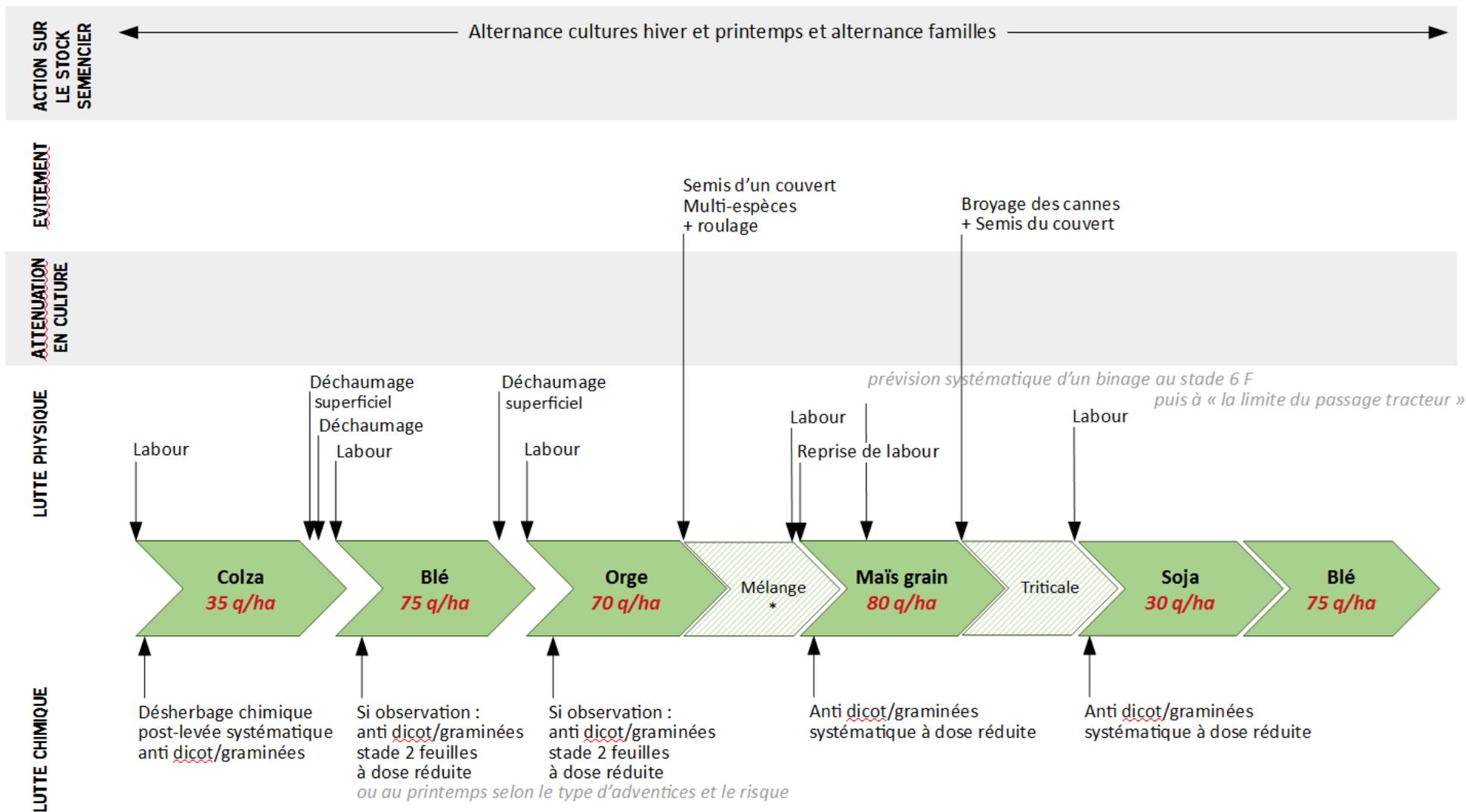


Schéma de gestion des adventices pour le système S1 (labour) de 2016 à 2020

ANNEXE 3 (suite)

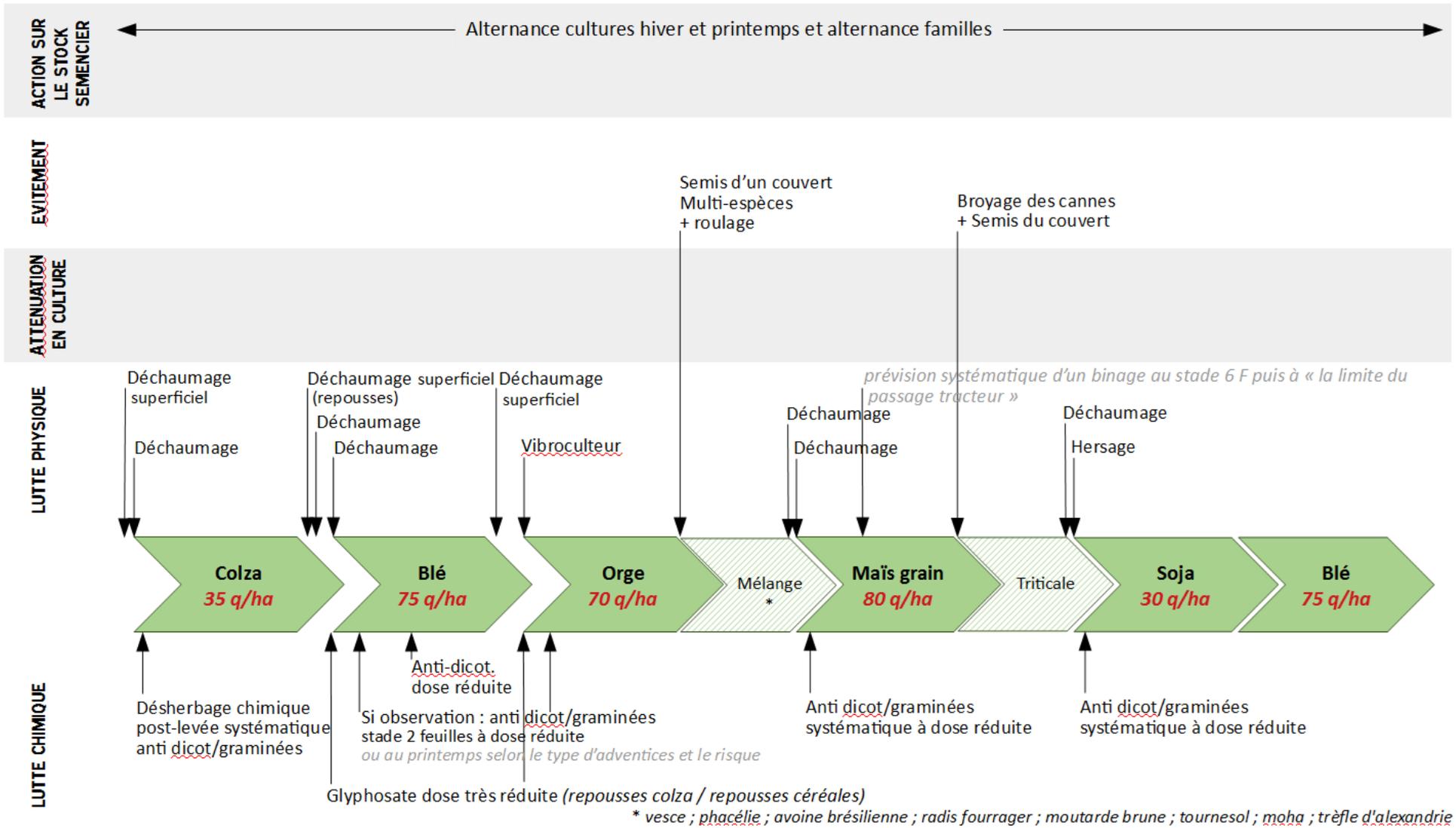


Schéma de gestion des adventices pour le système S2 (TCS sans couvert d'interculture courte) de 2016 à 2020

ANNEXE 3 (suite)

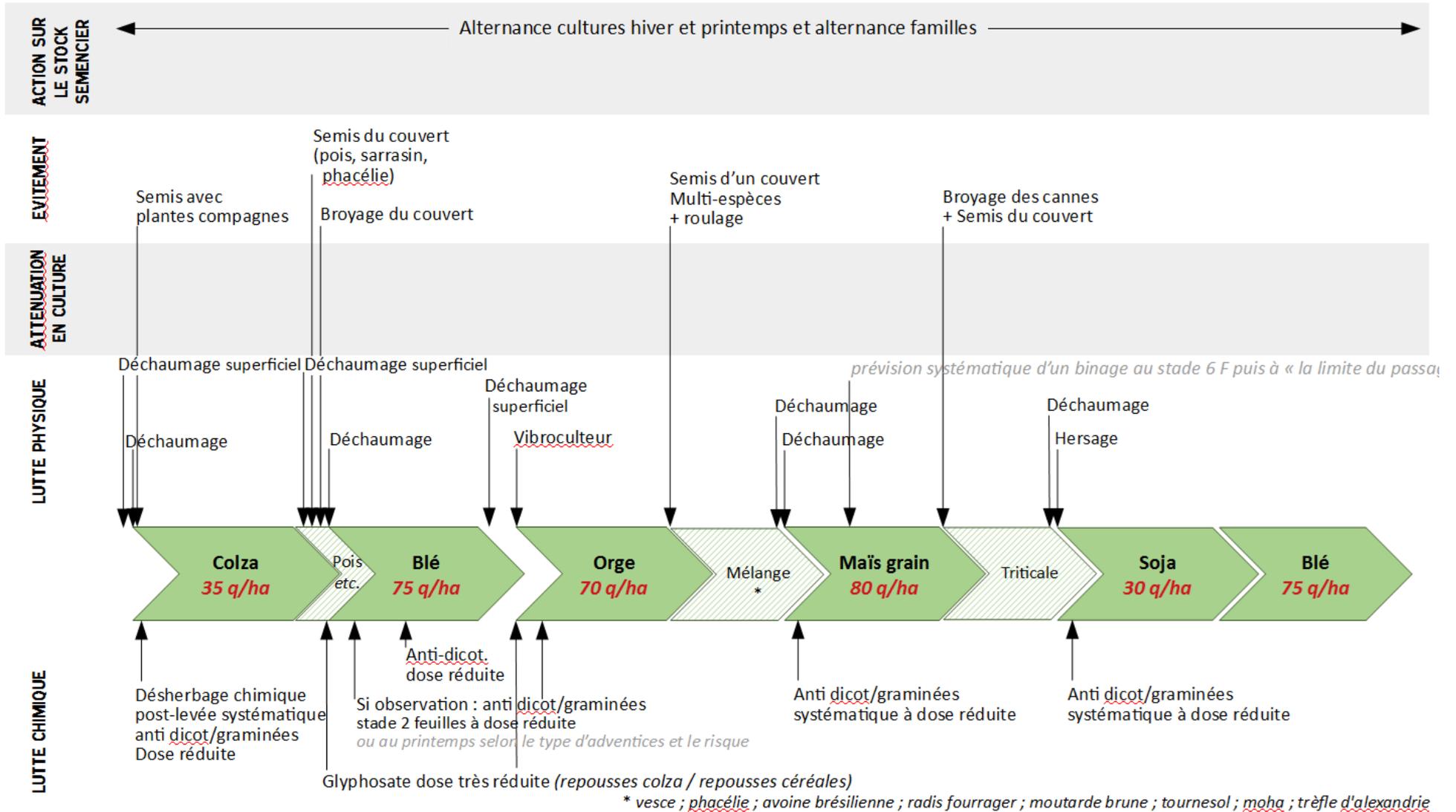


Schéma de gestion des adventices pour le système S3 (TCS avec couvert d'interculture courte) de 2016 à 2020

ANNEXE 3 (suite)

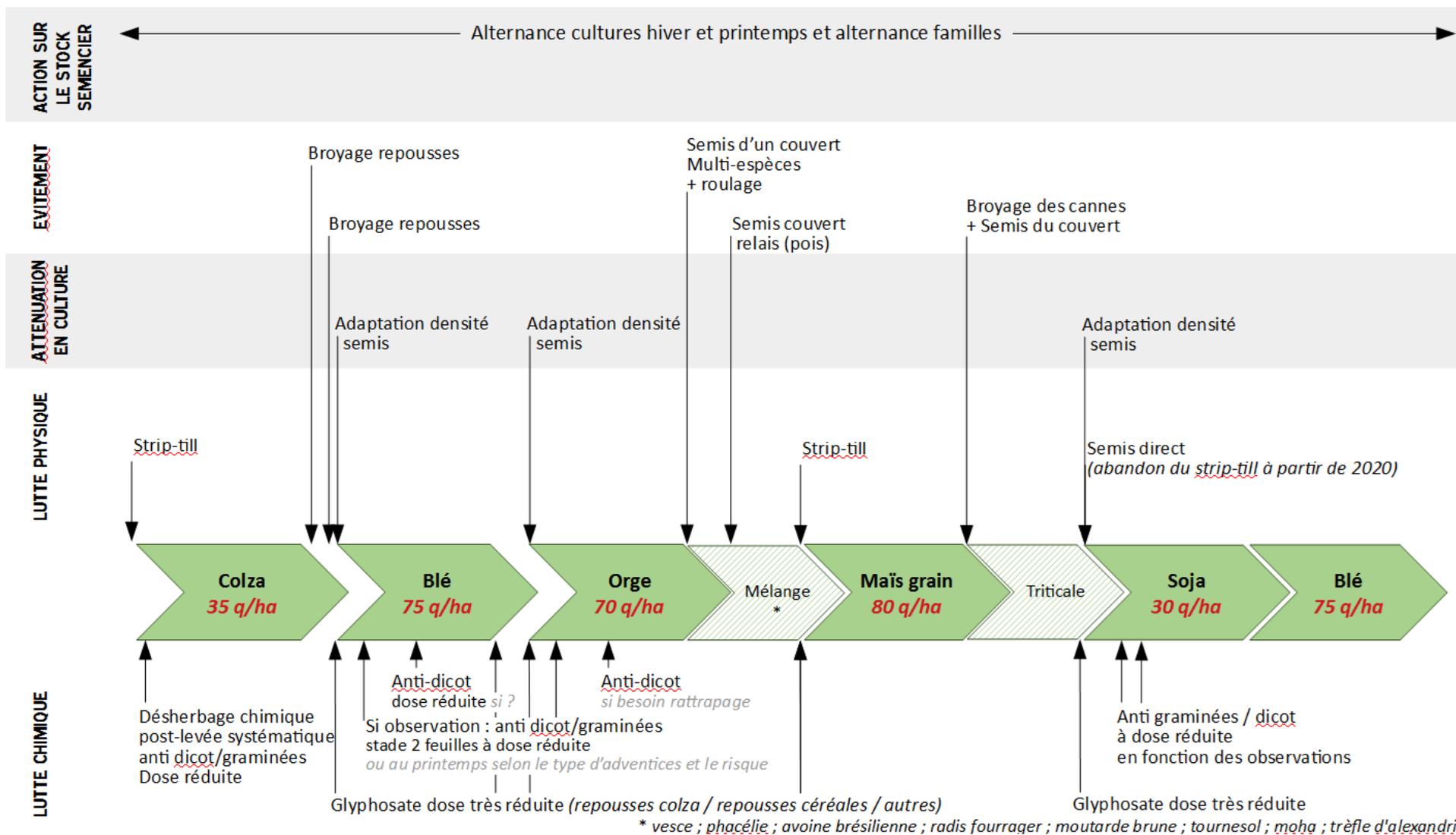


Schéma de gestion des adventices pour le système S4 (strip-till, devenu semis direct en 2020) de 2016 à 2020

ANNEXE 3 (fin)

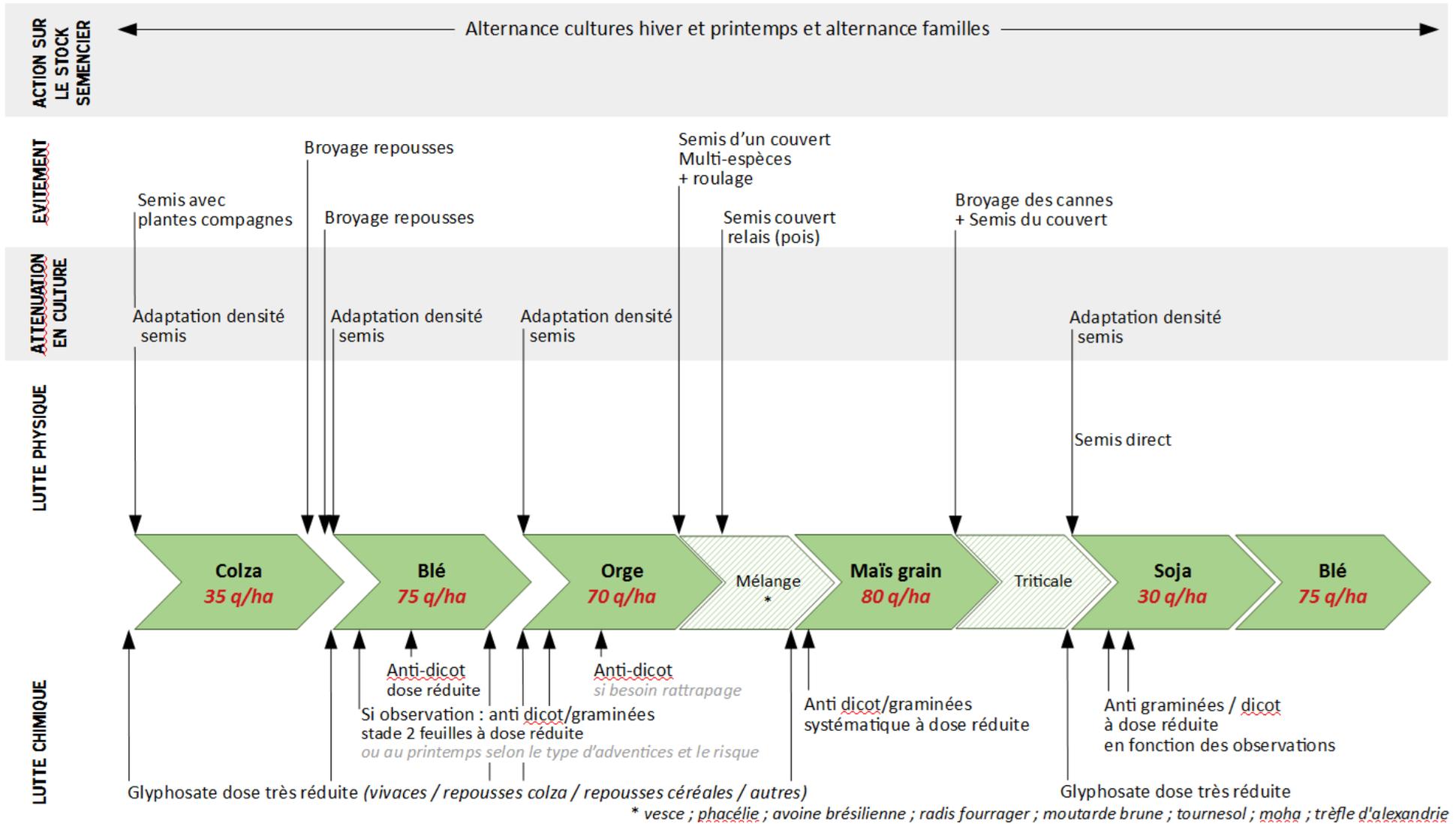


Schéma de gestion des adventices pour le système S5 (semis direct) de 2016 à 2020

ANNEXE 3 bis (suite)

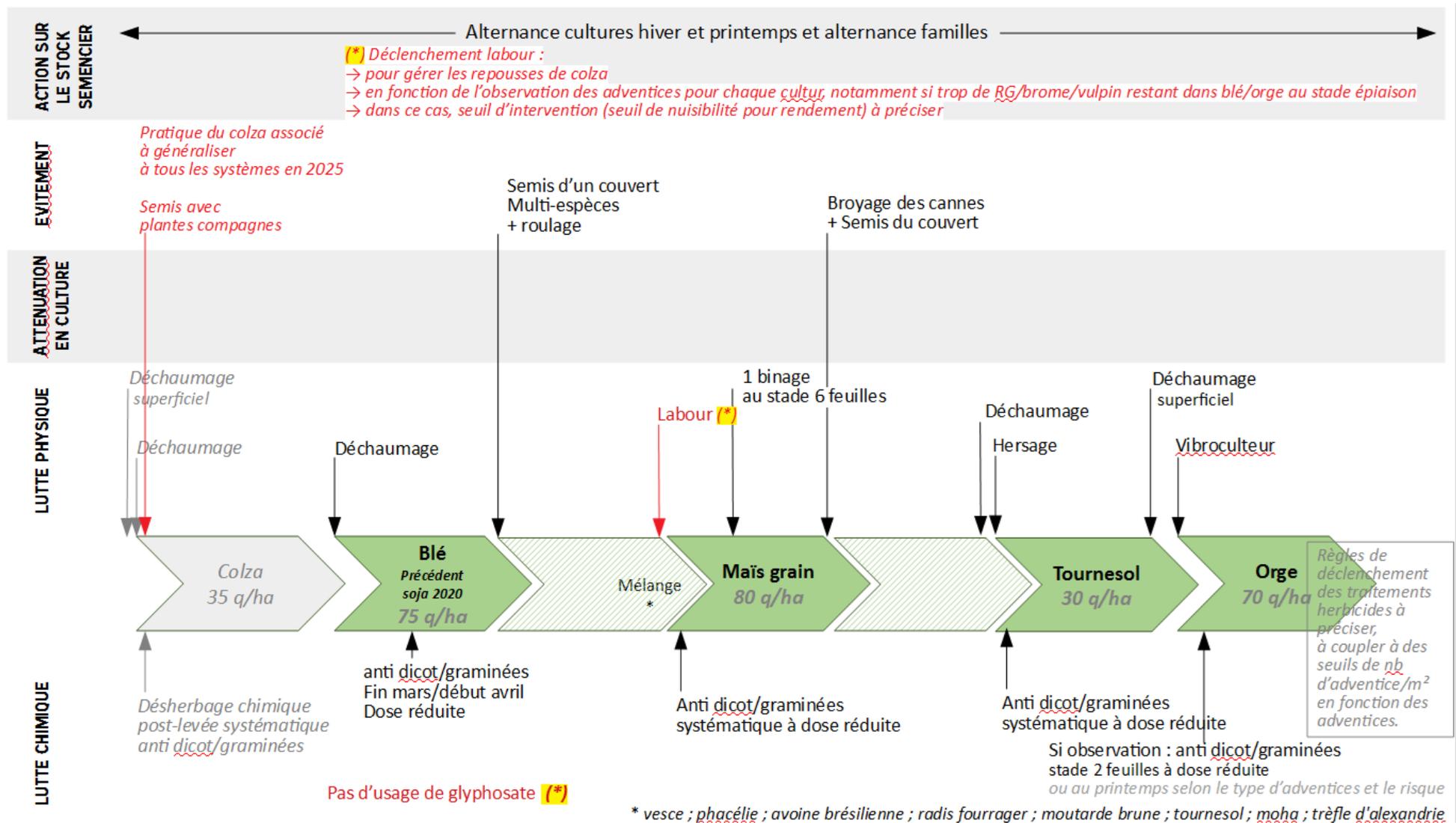


Schéma de gestion des adventices pour le système S2 (TCS) à partir de 2021 inclus

ANNEXE 3 bis (suite)

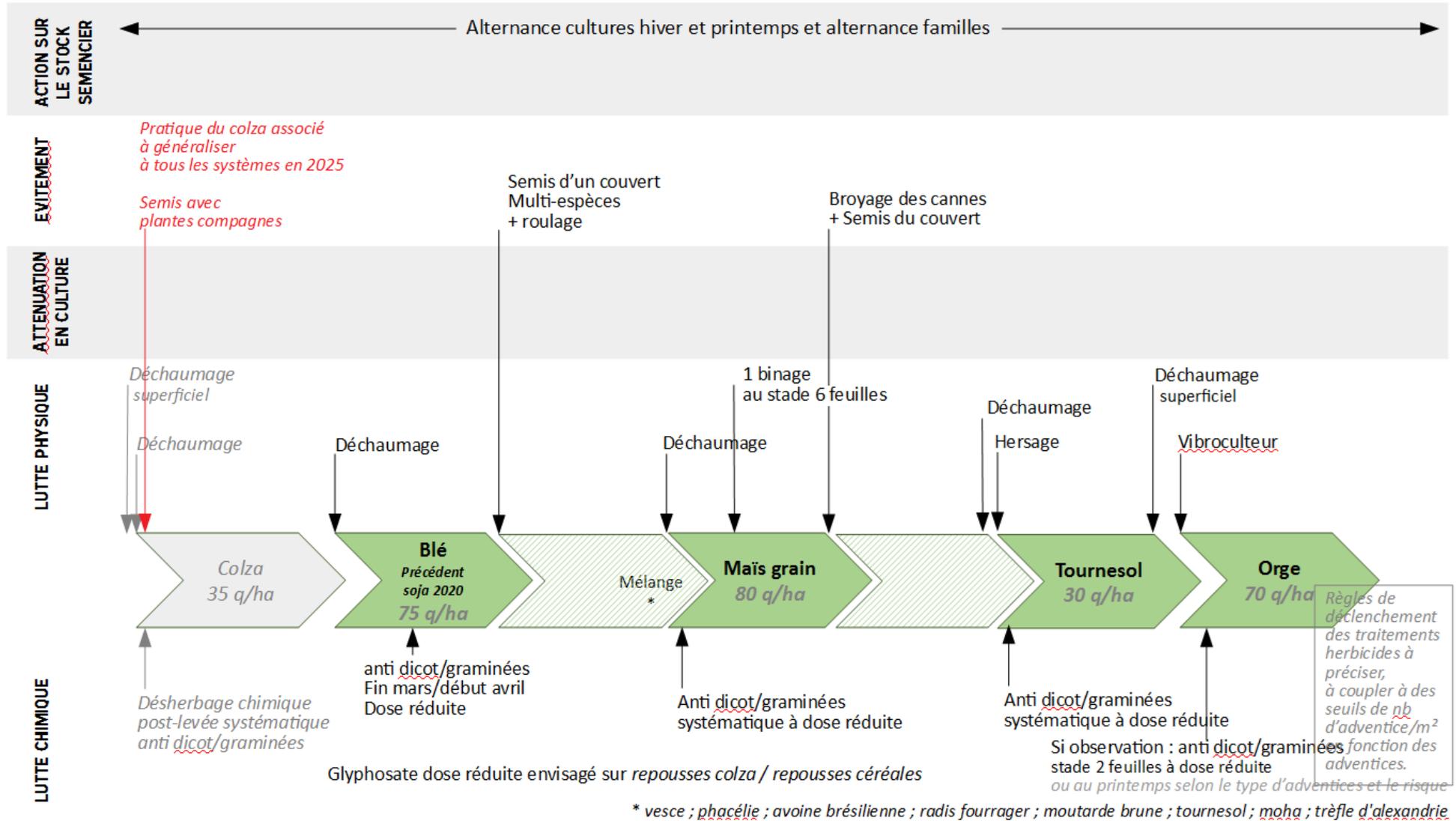


Schéma de gestion des adventices pour le système S3 (TCS) à partir de 2021 inclus

ANNEXE 3 bis (suite)

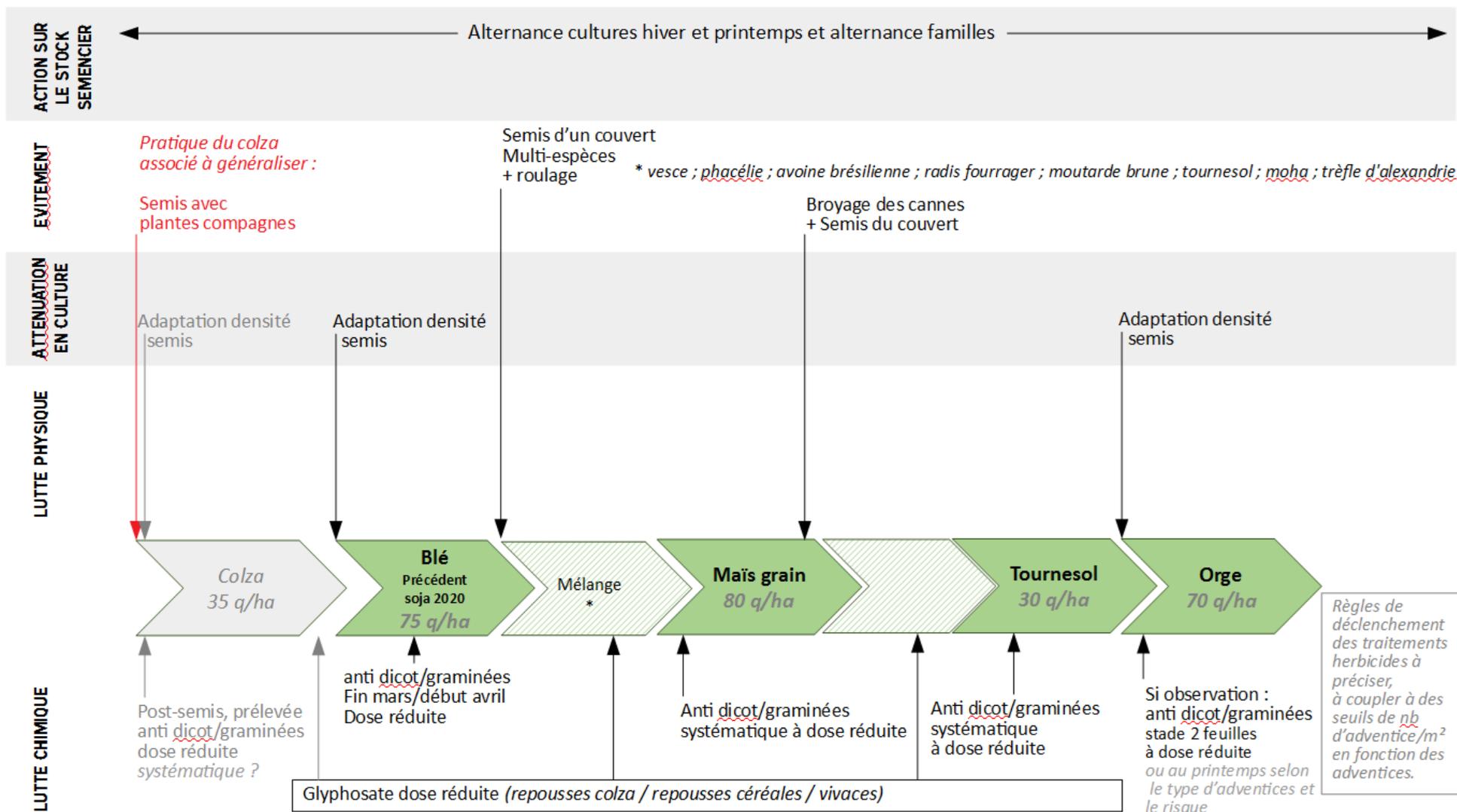


Schéma de gestion des adventices pour le système S4 (semis direct) à partir de 2021 inclus

ANNEXE 3 bis (fin)

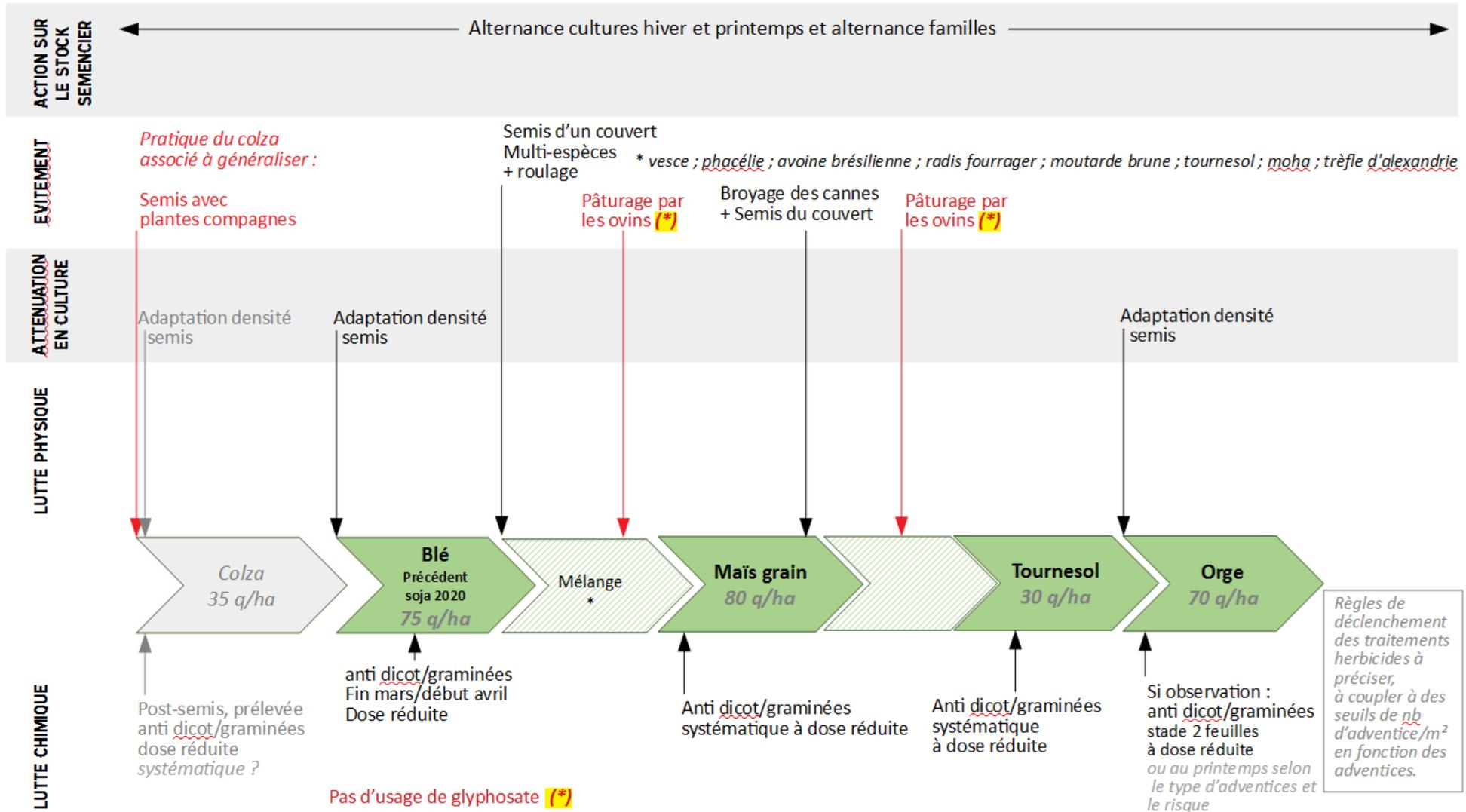


Schéma de gestion des adventices pour le système S5 (semis direct) à partir de 2021 inclus

ANNEXE 4

Critère	Unité	Colza	Blé	Orge	Maïs	Soja	Blé
Rendement	q/ha	44,1	84,5	78,1	88,2	26,3	62,6
Charges opérationnelles	€/ha/an	587,85	199,70	357,03	465,93	140,44	273,04
Charges de mécanisation et de main d'œuvre	€/ha/an	359,60	314,40	339,00	416,50	299,60	280,10
Marge semi_nette	€/ha/an	682,77	888,52	240,69	675,97	480,46	604,96
IFT total		1,82	0,91	2,44	1,56	1,20	2,72
IFT herbicides		0,88	0,62	1,17	1,56	1,20	1,40
Référence régionale herbicides*		1,90	1,56	1,66	1,58	-	1,56
IFT hors herbicides		0,94	0,29	1,27	0,00	0,00	1,32
Référence régionale hors herbicides*		4,92	2,92	2,66	0,00	-	2,92

* L'IFT de type HVE à partir de 2018 se base sur une dose de référence qui tient compte de la culture. Les produits de biocontrôles et les traitements de semence ne sont pas comptabilisés dans l'IFT.

Performances du système S1 (labour) de 2016 à 2021 inclus

Critère	Unité	Colza	Blé	Orge	Maïs	Soja	Blé
Rendement	q/ha	41,7	84,2	78,4	94,7	22,7	38,0
Charges opérationnelles	€/ha/an	591,31	226,85	364,65	465,93	140,44	273,04
Charges de mécanisation et de main d'œuvre	€/ha/an	341,60	288,20	269,30	364,10	247,60	228,80
Marge semi_nette	€/ha/an	608,14	882,96	307,33	844,92	406,46	201,16
IFT total		1,82	1,62	2,65	1,56	1,20	2,72
IFT herbicides		0,88	1,33	1,38	1,56	1,20	1,40
Référence régionale herbicides*		1,90	1,56	1,66	1,58	-	1,56
IFT hors herbicides		0,94	0,29	1,27	0,00	0,00	1,32
Référence régionale hors herbicides*		4,92	2,92	2,66	0,00	-	2,92

* L'IFT de type HVE à partir de 2018 se base sur une dose de référence qui tient compte de la culture. Les produits de biocontrôles et les traitements de semence ne sont pas comptabilisés dans l'IFT.

Performances du système S2 (TCS) de 2016 à 2021 inclus

ANNEXE 4 (suite)

Critère	Unité	Colza	Blé	Orge	Maïs	Soja	Blé
Rendement	q/ha	42,5	86,4	76,8	102,6	22,6	32,1
Charges opérationnelles	€/ha/an	649,66	311,90	364,65	465,93	140,44	273,04
Charges de mécanisation et de main d'œuvre	€/ha/an	341,60	336,20	269,30	364,10	247,60	228,80
Marge semi_nette	€/ha/an	579,76	785,76	287,41	986,67	402,96	92,01
IFT total		1,44	1,62	2,65	1,56	1,20	2,72
IFT herbicides		0,50	1,33	1,38	1,56	1,20	1,40
Référence régionale herbicides*		1,90	1,56	1,66	1,58	-	1,56
IFT hors herbicides		0,94	0,29	1,27	0,00	0,00	1,32
Référence régionale hors herbicides*		4,92	2,92	2,66	0,00	-	2,92

* L'IFT de type HVE à partir de 2018 se base sur une dose de référence qui tient compte de la culture. Les produits de biocontrôles et les traitements de semence ne sont pas comptabilisés dans l'IFT.

Performances du système S3 (TCS avec couvert d'interculture courte en 2017) de 2016 à 2021 inclus

Critère	Unité	Colza	Blé	Orge	Maïs	Soja	Blé
Rendement	q/ha	40,9	68,2	75,1	92,1	20,3	69,1
Charges opérationnelles	€/ha/an	564,50	235,83	398,29	472,96	141,36	275,54
Charges de mécanisation et de main d'œuvre	€/ha/an	302,70	276,80	227,20	409,60	233,80	192,50
Marge semi_nette	€/ha/an	646,47	620,19	275,83	746,64	335,34	810,31
IFT total		1,34	1,56	4,04	2,01	0,94	2,72
IFT herbicides		0,40	1,28	2,77	2,01	0,94	1,40
Référence régionale herbicides*		1,90	1,56	1,66	1,58	-	1,56
IFT hors herbicides		0,94	0,29	1,27	0,00	0,00	1,32
Référence régionale hors herbicides*		4,92	2,92	2,66	0,00	-	2,92

* L'IFT de type HVE à partir de 2018 se base sur une dose de référence qui tient compte de la culture. Les produits de biocontrôles et les traitements de semence ne sont pas comptabilisés dans l'IFT.

Performances du système S4 (strip-till, devenu semis direct en 2020) de 2016 à 2021 inclus

ANNEXE 4

Critère	Unité	Colza	Blé	Orge	Maïs	Soja	Blé
Rendement	q/ha	42,1	62,1	70,6	73,5	22,5	<i>erreur de mesure</i>
Charges opérationnelles	€/ha/an	600,24	235,83	398,29	441,01	141,36	275,54
Charges de mécanisation et de main d'œuvre	€/ha/an	258,60	276,80	227,20	360,50	233,80	192,50
Marge semi_nette	€/ha/an	697,01	517,55	221,35	528,89	412,34	<i>non calculée</i>
IFT total		1,04	1,56	4,04	1,32	0,94	2,72
IFT herbicides		0,10	1,28	2,77	1,32	0,94	1,40
Référence régionale herbicides*		1,90	1,56	1,66	1,58	-	1,56
IFT hors herbicides		0,94	0,29	1,27	0,00	0,00	1,32
Référence régionale hors herbicides*		4,92	2,92	2,66	0,00	-	2,92

* L'IFT de type HVE à partir de 2018 se base sur une dose de référence qui tient compte de la culture. Les produits de biocontrôles et les traitements de semence ne sont pas comptabilisés dans l'IFT.

Performances du système S5 (semis direct) de 2016 à 2021 inclus

ANNEXE 4

IFT maïs 2022

Système de culture	Surface du système	HERBICIDES					IFTH
		Produit	Dose homologuée (L/ha ou kg/ha)	Dose appliquée (L/ha ou kg/ha)	Surface traitée (ha)	IFT	
S1 :	1	ARRAT DF	0,4	0,119	1	0,30	1,10
	1	CAPRENO	0,29	0,119	1	0,41	
	1	PANTANI (PHILAGRO)	1,5	0,593	1	0,40	
S2 :	1	ARRAT DF	0,4	0,119	1	0,30	1,10
	1	CAPRENO	0,29	0,119	1	0,41	
	1	PANTANI (PHILAGRO)	1,5	0,593	1	0,40	
S3 :	1	AGAVE	3	3	1	1,00	2,10
	1	ARRAT DF	0,4	0,119	1	0,30	
	1	CAPRENO	0,29	0,119	1	0,41	
	1	PANTANI (PHILAGRO)	1,5	0,593	1	0,40	
S4 :	1	AGAVE	3	3	1	1,00	2,10
	1	ARRAT DF	0,4	0,119	1	0,30	
	1	CAPRENO	0,29	0,119	1	0,41	
	1	PANTANI (PHILAGRO)	1,5	0,593	1	0,40	
S5 :	1	AGAVE	3	3	1	1,00	2,10
	1	ARRAT DF	0,4	0,119	1	0,30	
	1	CAPRENO	0,29	0,119	1	0,41	
	1	PANTANI (PHILAGRO)	1,5	0,593	1	0,40	

ANNEXE 4

Performances économiques maïs 2022

	IFT TOTAL	Rendement (q/ha)	Total			Prix de vente (€/t)	Produit brut sans aides	Charges opérationnelles	Charges de mécanisation et de main d'œuvre	Frais de séchage (estimés)	Charges totales	Marge brute (€/ha)	Marge semi-nette (€/ha)
			Nombre de passage	Temps de travail (h/ha)	CMM (€/ha)								
S1	1,10	43,45	11	4,85	442,80	320	1390,28	452,41	442,80	15,00	910,21	922,87	480,07
S2	1,10	59,45	11	4,85	442,80	320	1902,37	452,41	442,80	15,00	910,21	1434,96	992,16
S3	2,10	50,11	12	4,05	393,20	320	1603,57	465,97	393,20	15,00	874,17	1122,60	729,40
S4	2,10	48,11	10	2,72	297,10	320	1539,46	465,97	297,10	15,00	778,07	1058,49	761,39
S5	2,10	50,39	10	2,72	297,10	320	1612,58	465,97	297,10	15,00	778,07	1131,61	834,51

ANNEXE 4

IFT tournesol 2023

Système de culture	Surface du système	HERBICIDES					IFTH
		Produit	Dose homologuée (L/ha ou kg/ha)	Dose appliquée (L/ha ou kg/ha)	Surface traitée (ha)	IFT	
S1 :	1	S-METOLASTAR	1,04	1	1	0,96	1,45
	1	VIBALLA	1	0,484	1	0,48	
S2 :	1	S-METOLASTAR	1,04	1	1	0,96	1,45
	1	VIBALLA	1	0,484	1	0,48	
S3 :	1	S-METOLASTAR	1,04	1	1	0,96	1,45
	1	VIBALLA	1	0,484	1	0,48	
S4 :	1	AGAVE	3	3	1	1,00	2,45
	1	S-METOLASTAR	1,04	1	1	0,96	
	1	VIBALLA	1	0,484	1	0,48	
S5 :	1	S-METOLASTAR	1,04	1	1	0,96	1,45
	1	VIBALLA	1	0,484	1	0,48	

Performances économiques tournesol 2023

	IFT TOTAL	Rendement (q/ha)	Total			Prix de vente (€/t)	Produit brut sans aides	Charges opérationnelles	Charges de mécanisation et de main d'œuvre	Frais de séchage (estimés)	Charges totales	Marge brute (€/ha)	Marge semi-nette (€/ha)
			Nombre de passage	Temps de travail (h/ha)	CMM (€/ha)								
S1	1,10	31,30	9	4,50	474,10	380	1189,40	238,04	474,10		712,14	951,36	477,26
S2	1,10	30,30	9	3,24	377,20	380	1151,40	238,04	377,20		615,24	913,36	536,16
S3	2,10	30,30	9	3,24	377,20	380	1151,40	238,04	377,20		615,24	913,36	536,16
S4	2,10	26,70	6	1,77	265,50	380	1014,60	276,60	265,50		542,10	738,00	472,50
S5	2,10	0,00	5	1,65	252,70	380	0,00	263,04	252,70		515,74	-263,04	-515,74

ANNEXE 5a

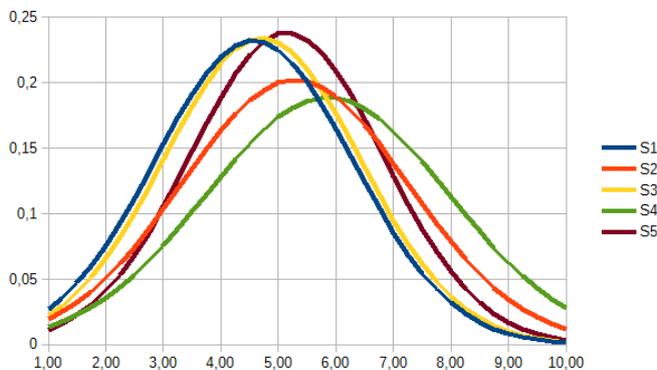
Itinéraires techniques pour la campagne 2020 (soja)

cf. page suivante

Composantes du rendement pour la campagne 2020 (soja)

Nombre de pieds par m² :

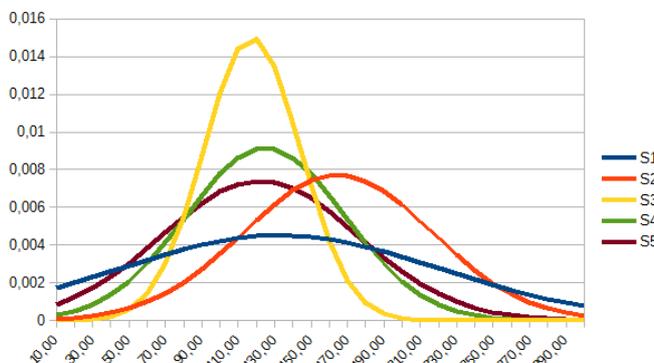
Date du comptage : 05/06/2020	Densité de semis = ~800000 grains/ha pieds/m ²	Nombre de pieds de soja								Moyenne	Ecart-type	Densité de soja levé Moyenne pieds/m ²	Pourcentage de perte
		Pieds/0,25 m ²											
		7	4	5	5	6	2	3					
S1 : Labour	80	7	4	5	5	6	2	3	4,57	1,72	18,3	-77 %	
S2 : TCS sans couvert		5	6	8	7	4	5	2	5,29	1,98	21,1	-74 %	
S3 : TCS avec couvert		7	6	2	3	5	5	5	4,71	1,70	18,9	-76 %	
S4 : SD		5	8	8	2	7	6	5	5,86	2,12	23,4	-71 %	
S5 : SDSC		7	6	5	6	4	6	2	5,14	1,68	20,6	-74 %	
											20,5	-66 %	



→ Pas de différence significative à la levée entre les systèmes

Nombre de gousses pas m² :

Date du comptage : 19 et 21/09/2020	Nombre de gousses										Moyenne	Ecart-type	Moyenne gousses/m ²
	Gousses/0,25 m ²												
S1 : Labour	276	41	103	100	145						133	88	532
S2 : TCS sans couvert	160	142	93	219	210						165	52	659
S3 : TCS avec couvert	144	82	97	132	133						118	27	470
S4 : SD	175	127	55	134	134						125	44	500
S5 : SDSC	235	63	167	93	113	113	100	68	145	122	54	488	
													496



→ Pas de différence significative entre les systèmes S1, S3, S4, S5

→ Nombre de gousses par m² supérieur pour S2

Nombre de grains pas m² et PMG :

Système	Date du relevé	Nb de pieds / m ²	Nb de gousses / m ²	Nb de gousses/pied	Nb de grains/pied	Nb de grains/gousse	Nb de grains / m ²	Poids des grains / m ² (a)	PMG (b)	PMG ©	
Labour	21/09/20	23	579	25	52	2,0	1186	207	175	172	173
TCS sans cv	21/09/20	27	840	31	65	2,1	1756	316	180	162	171
TCS avec cv	21/09/20	18	532	30	78	2,6	1396	208	149	142	146
SD	21/09/20	26	537	21	54	2,6	1393	226	162	158	160
SDSC	21/09/20	-	580			1,7	1005	191	190	152	171

En gris : valeurs non mesurées sur le terrain, déduites des autres valeurs

(a) L'ensemble des gousses récoltées sur 4 placettes de 0,25 m² ont été écosées et l'ensemble des grains a été pesé

(b) Sur l'ensemble des gousses récoltées sur 4 placettes de 0,25 m² et écosées, soit l'ensemble des grains a été compté, soit 1000 (ou 500) grains ont été comptés et pesés

© 2^{ème} mesure sur échantillon pris dans le godet à la récolte

→ Pas de différence significative entre les systèmes S1, S3, S4, S5 pour le nombre de grains par m²

→ **Nombre de grains par m² supérieur pour S2**

→ Pas de différence significative entre les systèmes S1, S2, S4, S5 pour le PMG

→ **PMG inférieur pour S3**

Le rendement estimé à partir de ces mesure est de l'ordre de 21 q/ha pour tous les systèmes, sauf pour S2 (31 q/ha)

Rendement pour la campagne 2020 (soja)

S1 = 26,3 q/ha

S2 = 22,7 q/ha

S3 = 22,6 q/ha

S4 = 20,3 q/ha

S5 = 22,5 q/ha

Attention, concernant le système S1 (labour) le rendement a été mesuré sur une surface de 2,6 ares, ce qui représente une faible masse de grains. Or, la bande en labour a été la première récoltée, après le détournage de la parcelle, à l'aide d'une moissonneuse classique (entrepreneur) : manifestement, il restait des grains de soja dans la machine issus du détournage de la parcelle.

Le rendement affiché est donc certainement biaisé (surestimé) et de fait la marge calculée l'est aussi.

Itinéraires techniques pour la campagne 2020 (soja)

		Labour	TCS sans couvert	TCS avec couvert	SD	SDSC
Travail et entretien du sol	Date					
	Type d'intervention	Broyage des cannes de maïs	Broyage des cannes de maïs	Broyage des cannes de maïs	Broyage des cannes de maïs	Broyage des cannes de maïs
	Date	07/04/20	07/04/20	07/04/20		
	Type d'intervention	labour	déchaumage	déchaumage		
	Date	10/04/2020	10/04/2020	10/04/2020		
	Type d'intervention	hersage	hersage	hersage		
Semis	Date	26/10/2019	26/10/2019	26/10/2019	26/10/2019	26/10/2019
	Type d'intervention	Semis du couvert (triticale)	Semis du couvert (triticale)	Semis du couvert (triticale)	Semis du couvert (triticale)	Semis du couvert (triticale)
	Espèces semées	ELICSIR (triticale)	ELICSIR (triticale)	ELICSIR (triticale)	ELICSIR (triticale)	ELICSIR (triticale)
	Densité de semis	107,362 kg/ha	107,362 kg/ha	107,362 kg/ha	107,362 kg/ha	107,362 kg/ha
	Date	12/05/20	12/05/20	12/05/20	12/05/20	12/05/20
	Type d'intervention	semis soja	semis soja	semis soja	semis soja	semis soja
	Variétés	HERTA PZO	HERTA PZO	HERTA PZO	HERTA PZO	HERTA PZO
	Densité de semis	150 kg/ha	150 kg/ha	150 kg/ha	150 kg/ha	150 kg/ha
	PMG	170-190g	170-190g	170-190g	170-190g	170-190g
	Date				12/05/20	12/05/20
Type d'intervention				roulage	roulage	
Protection des cultures	Date	18/05/2020	18/05/2020	18/05/2020	09/05/2020	09/05/2020
	Type d'intervention	herbicides (S-métolachlore)	herbicides	herbicides	herbicide (glyphosate)	herbicide (glyphosate)
	Produit	MERCANTOR GOLD + PROMAN	MERCANTOR GOLD + PROMAN	MERCANTOR GOLD + PROMAN	AGAVE	AGAVE
	Quantité/ha	1,144 L/ha + 1,144 L/ha	1,144 L/ha + 1,144 L/ha	1,144 L/ha + 1,144 L/ha	2 L/ha	2 L/ha
	Cible	graminées annuelles + large spectre anti-graminées et anti-dicots	graminées annuelles + large spectre anti-graminées et anti-dicots	graminées annuelles + large spectre anti-graminées et anti-dicots		
	Date				08/06/2020	08/06/2020
	Type d'intervention				Herbicide (« fop ») (+ adjuvant)	Herbicide (« fop ») (+ adjuvant)
	Produit				PILOT (+ ADENDA)	PILOT (+ ADENDA)
	Quantité/ha				1 L/ha (+ 1 L/ha)	1 L/ha (+ 1 L/ha)
	Cible				graminées	graminées
	Date				16/06/2020	16/06/2020
	Type d'intervention				Herbicide (+ adjuvant)	Herbicide (+ adjuvant)
	Produit				PULSAR40 (+ ADENDA)	PULSAR40 (+ ADENDA)
	Quantité/ha				0,4 L/ha (+ 0,763 L/ha)	0,4 L/ha (+ 0,763 L/ha)
	Cible				large spectre anti-graminées et anti-dicots	large spectre anti-graminées et anti-dicots
Récolte	Date	21/09/2020	21/09/2020	21/09/2020	21/09/2020	21/09/2020
	Type d'intervention	moisson	moisson	moisson	moisson	moisson
	Rendement (qx/ha)	26,3	22,7	22,6	20,3	22,5

Adventices pour la campagne 2020 (soja)

Date observation : 04/06/2020

Parcelle parcourue à pied sur 30m de long et 5m de large

	myosotis	ray-grass	rumex	géranium	matricaire	liseron	chardon	pissenlit	ciguë	panic	vesce
S1 : Labour											
S2 : TCS SC	+/-	++	+/-	+/-	++						
S3 : TCS AC		+	++	+/-		++	+/-	+/-	+/-		
S4 : SD			+	+/-			+/-	+/-	+/-	++ (pas de comptage) (~50% cf. photo)	++
S5 : SDSC				+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	++ (pas de comptage) (~50% cf. photo)	+

Conclusion efficacité traitement 18/05 :

→ Beaucoup de RG sont restés

→ Pourquoi le rumex et la matricaire ont disparus (pas de traitement en juin...)



Photo

panics

04/06/2020

Date observation : 02/07/2020

Parcelle parcourue à pied sur 30m de long et 5m de large

	ray-grass	rumex	matricaire	liseron	ciguë	panic	vesce	phacélie	renouée	folle avoine	repousse triticale
S1 : Labour							+/-	+/-	+/-	+/-	
S2 : TCS SC	++ (plus de 25 « touffes » sur la bande parcourue) (~10-15% cf. photo)		+/-								+
S3 : TCS AC	++ (plus de 25 « touffes » sur la bande parcourue) (~10-15% cf. photo)	+/-	+/-		+/-				+/-		+
S4 : SD	+/-	+/-		+/-	+/-		++ (plus de 25 « touffes » sur la bande parcourue)				
S5 : SDSC			+/-	+/-			+				

	seneçon	repousse maïs	pensée	véronique	chénopode
S1 : Labour					
S2 : TCS SC	+/-	+/-			
S3 : TCS AC	+/-				
S4 : SD	+		+/-	+/-	
S5 : SDSC	+/-			+/-	+/- (jeune)

Conclusion efficacité des traitements de juin : les panics ont disparus, mais la vesce est bien restée.

Photo ray-grass 02/07/2020



ANNEXE 5b

Itinéraires techniques pour la campagne 2021 (blé)

cf. page suivante

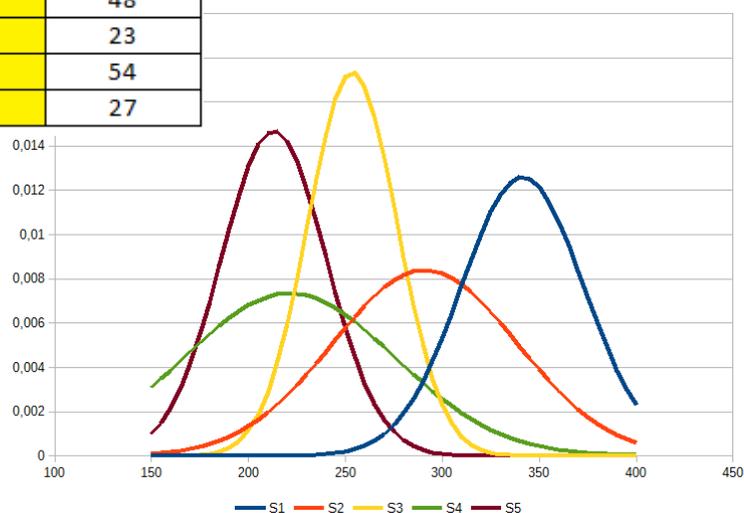
Composantes du rendement pour la campagne 2021 (blé)

Nombre de pieds par m² : à la levée

Système	Date du relevé	Nom de la personne qui a fait le relevé	Classe (Option PPA)	Cadre 1 (0,25 m ²)	Cadre 2 (0,25 m ²)	Cadre 3 (0,25 m ²)	Cadre 4 (0,25 m ²)	Total (1 m ²)
Labour	05/11/20	GAUTHIER Tom	2nde GT	70	85	73	80	308
		MUSARD Valentin		82	74	67	89	312
		FOURTIER Joris		86	76	88	91	341
		GOICHOT Mario		104	77	89	107	377
		POISOT Maxence		96	102	92	79	369
TCS sans cv	05/11/20	THOMASSIN Romuald		93	87	98	84	362
		MARSOLAT Jules		52	78	86	88	304
		GOICHOT Mario		54	70	92	70	286
		POISOT Maxence		71	68	54	77	270
		ROULIN Charlotte		54	56	75	48	233
TCS avec cv	05/11/20	GRANTE Célestine		70	57	58	62	247
		ROULIN Charlotte		56	48	53	64	221
		GRANTE Célestine		79	91	59	55	284
		GAUTHIER Marine		44	65	81	63	253
		TISSERAND Clarisse		83	75	51	54	263
SD	05/11/20	BOULET Léo	45	46	49	48	188	
		ROYER Louis	54	43	46	49	192	
		GAUTHIER Marine	85	72	60	67	284	
		TISSERAND Clarisse	69	63	66	47	245	
		BOULET Léo	61	62	45	42	210	
SDSC	05/11/20	ROYER Louis	60	57	46	55	218	
		GAUTHIER Tom	26	60	52	41	179	
		MUSARD Valentin						
		FOURTIER Joris						
		GOICHOT Mario						
POISOT Maxence								

Système	Nombre de pieds de blé moyen au m ²	Ecart-type
Labour	341	32
TCS sans cv	291	48
TCS avec cv	254	23
SD	221	54
SDSC	213	27

→ Nombre de pieds par m² significativement plus faible pour le semis direct par rapport au labour à la levée



Nombre de pieds par m² : sortie hiver

Systeme	Date du relevé	Nom de la personne qui a fait le relevé	Classe (Option PPA)	Cadre 1 (0,25 m ²)	Cadre 2 (0,25 m ²)	Cadre 3 (0,25 m ²)	Cadre 4 (0,25 m ²)	Total (1 m ²)
Labour	04/03/21	HENRIOT Maxime GUILLAUME Thomas THIRION Maxence	1ère STAV et 1ère AE	27	37	31	35	130
TCS sans cv	04/03/21	GROSMIRE Aude BARDET Laurine BEPOIX Amaury MENECHER Maxime		33	44	31	25	133
				26	30	35	35	126
TCS avec cv	04/03/21	SPENLE Maxime VILQUIN Vivien GALMICHE Matthis		38	44	38	42	162
SD	04/03/21	Amaël HENRY Valentin COLNEY Mathéo		40	37	42	35	154
SDSC	04/03/21	LENOIR Antonin LUCOT Marc-Etienne PARK Lewis		55	52	46	49	202

Mesure du 04/03/2021					
Modalité	Dose de semis (kg/ha)	PMG semence (g)	Densité de grains (par m ²)	Nombre de pieds de blé Au 04/03/2021 (par m ²)	Pourcentage de perte
S1 : Labour	150	36	417	130	69
S2 : TCS sans couvert	150	36	417	130	69
S3 : TCS avec couvert	150	36	417	162	61
S4 : SD	160	36	444	154	65
S5 : SDSC	160	36	444	202	55

Nombre d'épis par m² et nombre de grains par épi :

→ Le nombre d'épis par m² est significativement supérieur dans le labour par rapport aux autres systèmes. Pas de différence significative en revanche entre systèmes en TCS et systèmes en semis direct.

→ Le nombre moyen d'épis par m² mesuré pour le système S4 n'est pas utilisable pour l'interprétation du rendement final (écart-type trop fort)

→ Le nombre de grains par épi est significativement inférieur dans le système S5 par rapport au système S1.

→ Le nombre de grains par épi n'est pas significativement différent entre les systèmes S1 et S4 ni entre les systèmes S2, S3 et S4 donc n'est pas une piste d'interprétation du rendement final.

Rendement pour la campagne 2021 (blé)

Modalité	surface de mesure de rendement (ha)	poids (kg)	rendement (q/ha)	Niveau de verse	PMG (g)	PS (kg/ha)	Teneur en protéines (%)	Impuretés (%)
S1 : Labour	0,033	206,5	62,6	-	34	73,3	11,9	1
S2 : TCS	0,033	125,5	38,0	-	36	71,0	12,0	1
S3 : TCS	0,033	106	32,1	-	36	69,9	11,9	1
S4 : SD	0,033	228	69,1	-	37	76,1	11,5	1
S5 : SD	0,020	11,5	5,9	-	34	75,8	11,4	1

Largeur de coupe (m) : Longueur de coupe (m) :

Tare godet = 724,5 kg

Récolte dans l'ordre suivant : S5 (attention, sur une largeur de 3,90m seulement) puis S4, puis S3, puis S2 et en dernier S1

valeur aberrante, mesure non retenue

Moyenne réalisée sur l'ensemble de la parcelle = 59 q/ha

Le rendement n'a pas été affecté par des maladies foliaires pour cette campagne mais des stress physiologiques ont été constatés en masse sur les feuilles de l'ensemble des systèmes, dus notamment au gel de début de printemps.

Ces stress climatiques peuvent expliquer un nombre de grains par épi relativement faible sur l'ensemble des systèmes et plus marqué sur le système S5.

Le meilleur rendement de S1 par rapport à S2 et S3 a deux éléments d'explication :

- un nombre d'épis par m² significativement plus grand, hérité en partie d'un nombre de pieds par m² plus fort au moment de la levée
- une forte concurrence du ray-grass dans les systèmes S2 et S3 alors que le système S1 est resté « propre » tout au long de la campagne.

Le nombre de grains par épi n'est en revanche pas un élément d'explication pour les écarts de rendement entre systèmes.

Le rendement mesuré pour le système S5 n'est pas exploitable et remet en lumière un problème déjà évoqué pour la campagne précédente : celui des biais et erreurs de mesure au moment de la récolte avec des moissonneuses standards (pas de moissonneuse d'essais) sur des surfaces très petites (largeur de coupe 6,6m et longueur de bande récoltée 50 m). Cependant, on peut dire que les composantes du rendement pour le système S5 ne sont pas significativement différentes de celles des systèmes S2 et S3.

Le rendement mesuré pour le système S4 est difficilement explicable étant donné que la mesure du nombre d'épis par m² n'est pas exploitable (écart-type trop fort). De plus, il serait difficilement explicable que les composantes du rendement du système S4 soit significativement différentes du système S5 dans la mesure où ces deux systèmes ont le même itinéraire technique depuis deux ans et avaient le même aspect global tout au long de la campagne.

Itinéraires techniques pour la campagne 2021 (blé)

		S1 – Labour	S2 – TCS	S3 – TCS	S4 – Semis direct	S5 – Semis direct
Travail et entretien du sol	Date	19/10/20	19/10/21	19/10/21		
	Type d'intervention	Labour	Déchaumage	Déchaumage		
	Profondeur					
Semis	Date	21/10/2020	21/10/2020	21/10/2020	21/10/2020	21/10/2020
	Type d'intervention	semis	semis	semis	semis	semis
	Variétés semées	Fructidor, Absalon, Advisor, Syllon				
	Densité de semis	150 kg/ha	150 kg/ha	150 kg/ha	160 kg/ha	160 kg/ha
Fertilisation	Date	22/02/2021	22/02/2021	22/02/2021	22/02/2021	22/02/2021
	Type d'intervention	Apport azote				
	Produit	Ammonitrate 33.5				
	Quantité/ha	185 kg/ha				
	Quantité N/ha	62 uN/ha				
	Date	12/03/2021	12/03/2021	12/03/2021	12/03/2021	12/03/2021
	Type d'intervention	Apport azote				
	Produit	Ammonitrate 33.5				
	Quantité/ha	179 kg/ha				
	Quantité N/ha	60 uN/ha				
	Date	19/03/2021	19/03/2021	19/03/2021	19/03/2021	19/03/2021
	Type d'intervention	Kiésiérite 25 (K, Ca, Mg, S)				
	Produit	QUATTRO S POLYSULFATE				
	Quantité/ha	80 kg/ha				
	Quantité N/ha					
	Date	03/05/2021	03/05/2021	03/05/2021	03/05/2021	03/05/2021
Type d'intervention	solde azote	solde azote	solde azote	solde azote	solde azote	
Produit	Urée 46	Urée 46	Urée 46	Urée 46	Urée 46	
Quantité/ha	39 kg/ha	39 kg/ha	39 kg/ha	39 kg/ha	39 kg/ha	
Quantité N/ha	18 uN/ha	18 uN/ha	18 uN/ha	18 uN/ha	18 uN/ha	

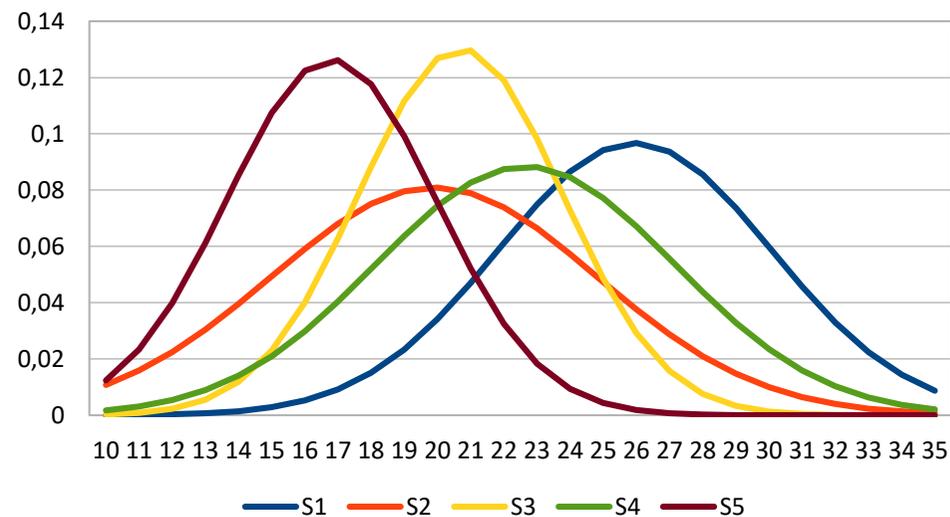
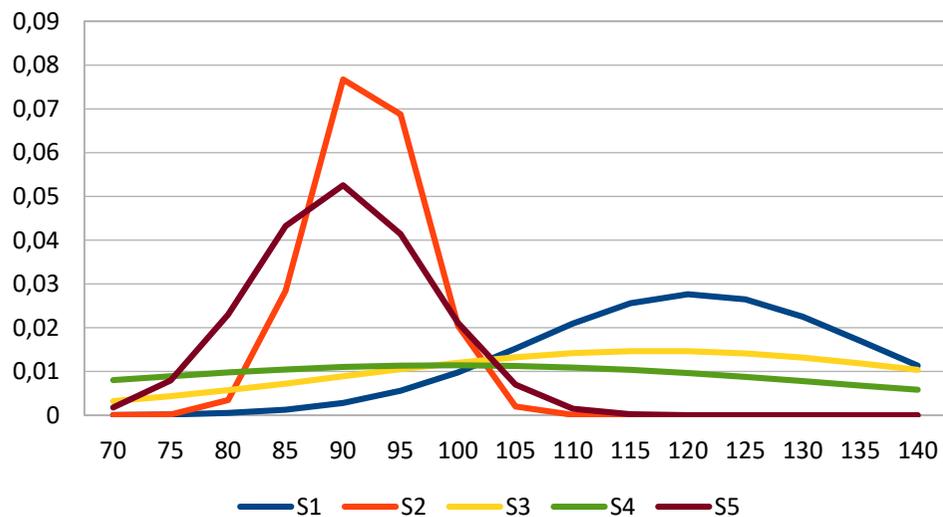
Itinéraires techniques pour la campagne 2021 (blé) (suite et fin)

		S1 – Labour	S2 – TCS	S3 – TCS	S4 – Semis direct	S5 – Semis direct
Protection des cultures	Date	29/03/21	29/03/21	29/03/21	29/03/21	29/03/21
	Type d'intervention	Adjuvant + Herbicide				
	Produit	Astuss + Axial one				
	Quantité/ha	0,555 L/ha + 1,189 L/ha				
	Cible					
	Stade de développement adventices					
	Date	01/04/21	01/04/21	01/04/21	01/04/21	01/04/21
	Type d'intervention	Herbicide	Herbicide	Herbicide	Herbicide	Herbicide
	Produit	Chardol 600 + Ergon				
	Quantité/ha	0,272 L/ha + 24 g/ha				
	Cible					
	Stade de développement adventices					
	Date	20/05/21	20/05/21	20/05/21	20/05/21	20/05/21
	Type d'intervention	Fongicide	Fongicide	Fongicide	Fongicide	Fongicide
	Produit	Arioste 90 + Elatus plus				
Quantité/ha	0,566 L/ha + 0,566 L/ha	0,566 L/ha + 0,566 L/ha	0,566 L/ha + 0,566 L/ha	0,566 L/ha + 0,566 L/ha	0,566 L/ha + 0,566 L/ha	
Cible						
Stade de développement adventices						
Récolte	Date	20/07/21	20/07/21	20/07/21	20/07/21	20/07/21
	Type d'intervention	Moisson	Moisson	Moisson	Moisson	Moisson
	Rendement (qx/ha)	62,6	38,0	32,1	69,1	(5,9)
	Date	23/07/21	23/07/21	23/07/21	23/07/21	23/07/21
	Type d'intervention	Fourrages - Paille Bottes rondes 150				
	Nb de bottes /ha	10	10	10	10	10

Nombre d'épis par m² et nombre de grains par épi (blé)

Mesures réalisées le 06 mai 2021

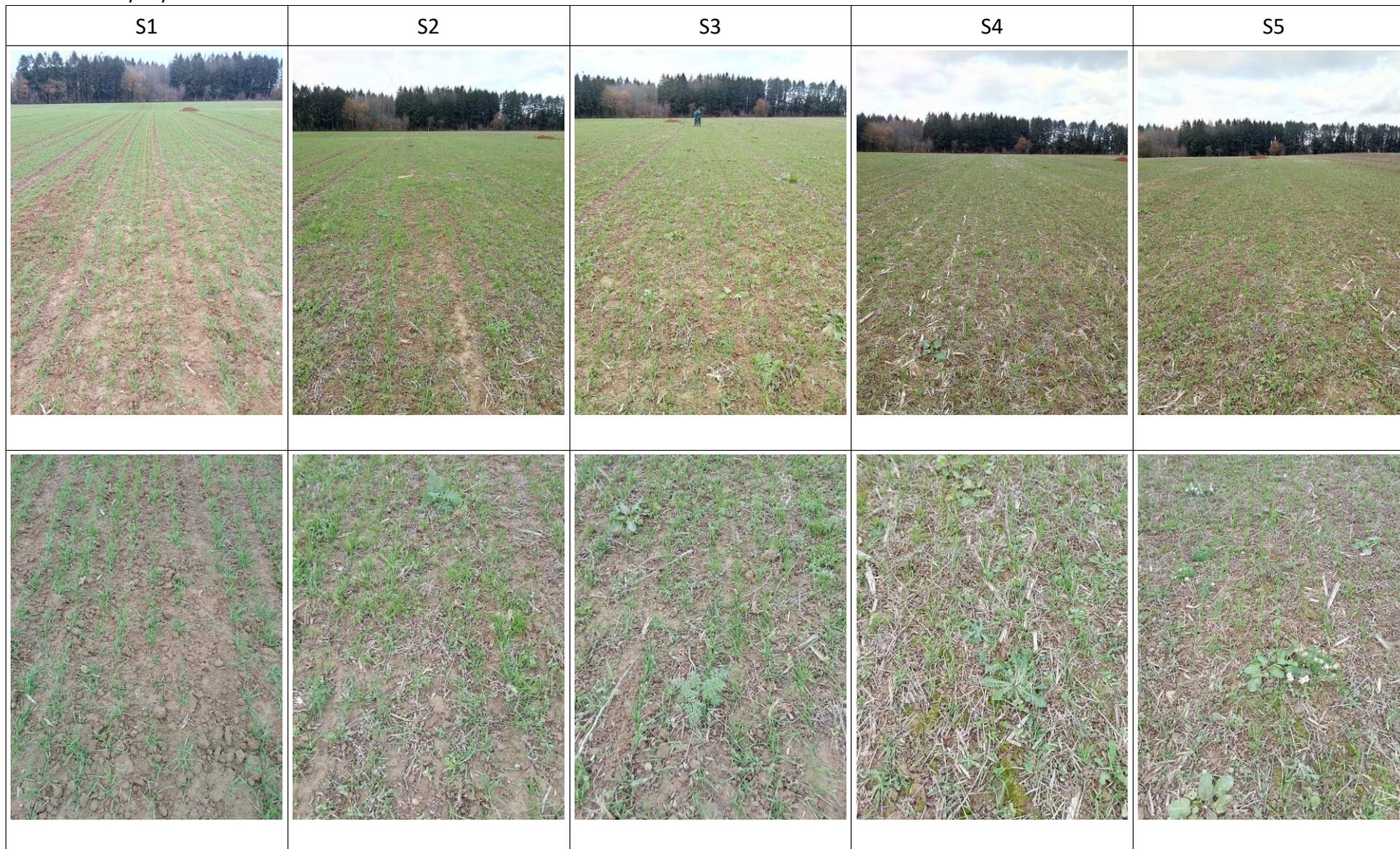
Système	Nom de la personne qui a fait le relevé	Nombre d'épis					Nombre de grains par épi										PMG mesuré à la récolte (21/07/21)	Rendement potentiel (q/ha)											
		Cadre 1 (0,25 m ²)	Cadre 2 (0,25 m ²)	Cadre 3 (0,25 m ²)	Cadre 4 (0,25 m ²)	Total (1 m ²)	Emplacement 1		Emplacement 2			Emplacement 3			Emplacement 4				Moyenne										
S1	HENRIOT	103	116	136	128	483	23	21	22	24	25	24	31	26	34	22	26	31	25	24	27	19	24	31	27	33	25,95	34	42,6
S2	BERBE	87	97	95	89	368	24	26	12	16	17	30	12	17	16	19	26	17	18	20	22	20	17	28	19	22	19,9	36	26,4
S3	THIRION	90	149	100	130	469	25	21	15	19	22	22	23	15	18	21	24	22	16	19	20	23	19	24	21	25	20,7	36	34,9
S4	1ère STAV	75	148	73	102	398	17	26	27	27	20	36	22	20	20	24	26	18	24	22	25	23	20	18	17	21	22,65	37	33,4
S5	1ère STAV	82	87	100	90	359	13	14	14	15	16	15	18	20	17	14	15	17	17	16	14	18	27	17	20	19	16,8	34	20,5



Nombre d'épis comptés par cadre de 0,25 m²

Nombre de grains par épi

Photos du 19/11/2020



Adventices pour la campagne 2021 (blé) (suite)

Date observation : 04/03/21

Comptage dans 4 cadres de 0,25 m², cadres répartis sur 40m de long (partie sud de la bande) : somme sur 1 m²

Fait par les 1ère STAV et les 1ère AE en option PPA

nb/ m ²	ray- grass	vulpin	brome	pâturi n	matric aire	seneco n	véroni que	vesce	mouro n	gérani um	gaillet	coquel icot	repous se Soja	repous se phacél ie	morell e	renou ée	rumex	chard on	capsel e	pissenl it	pensée	lychni s dioïqu e	céraist e	vulpie	lamier pourp re	trèfle
S1					43		19	8		23											26					
S2		1			5		10	4	6	2	2										3	1	2			
S3	2	11			7		4		5			1					3	4			12	3				
S4					5	14	4		2	2	10						1	3					12			
S5		1		3	5		58	3				3					1	12	3		1	12	1	3	3	25

Adventices pour la campagne 2021 (blé) (suite)

Photos 21/05/2021

S1	S2	S3	S4	S5
				
<p>Aspect « propre »</p>	<p>Ray-grass bien visibles</p>	<p>Ray-grass bien visibles</p>	<p>Aspect « propre »</p>	<p>Aspect « propre »</p>

Adventices pour la campagne 2021 (blé) (fin)

Photos 11/06/2021

S1	S2	S3	S4	S5
				
Aspect « propre »	Ray-grass bien visibles	Ray-grass bien visibles	Relativement propre mais avec vulpie	Relativement propre mais avec vulpie

ANNEXE 5c

Itinéraires techniques pour la campagne 2022 (maïs)

cf. page suivante

Levée du maïs

	Densité de semis = 95 000 grains/ha pieds/m ²	Nombre de pieds de maïs pieds/m									Densité de maïs levé pieds/m ²
		Rang 1			Rang 2			Rang 3			
		Sud (0 m)	Milieu (25 m)	Nord (50 m)	Sud (0 m)	Milieu (25 m)	Nord (50 m)	Sud (0 m)	Milieu (25 m)	Nord (50 m)	
SDC1	9,5	7	6	6	7	6	7	6	6	6	8,4
SDC2	9,5	7	5	6	8	7	7	6	7	6	8,7
SDC3	9,5	6	7	7	8	6	7	7	6	7	9,0
SDC4	9,5	6	6	5	8	4	7	5	7	9	8,4

Suivi bioagresseurs

à la levée :

TCS1 : repiquage du RG

TCS2 : RG grillé

SD1 + SD2 : vulpie grillée

SDC5 = Chardon, Rumex, Graminées, Matricaire

SDC4 = Seneçon, Vesce, RG, Géranium, Liseron, Pensée, Pissenlit

SDC1,2,3 = Seneçon, Matricaire, RG, Renouée, Chardon, Rumex

24/06 :

Labour = RAS

TCS1 + 2 = chénopodes ±

SD1 + 2 : panic ±

Peu de dégâts de pyrale (sec et vent)

Composantes du rendement

Voir page suivante

Récolte maïs

Récolte Plateforme Fertilité et conservation des sols

12/10/2022 – Maïs grain

Modalité	surface de mesure de rendement (ha)	poids (kg)	rendement (q/ha) (humide)	Humidité (%)	rendement (q/ha) (sec, à 15%)	PMG (non sec)
M1 : Labour	0,144	650	45,0	18,0	43,4	220
M2 : TCS sans couvert	0,153	940	61,6	18,0	59,4	216
M3 : TCS avec couvert	0,156	810	51,9	18,0	50,1	236
M4 : Strip-till	0,158	790	49,9	18,0	48,1	226
M5 : SDSC	0,159	830	52,2	18,0	50,4	278

Largeur de coupe (m) : 6

Toute la longueur de la bande a été moissonnée

Système	Date du relevé	Classe	Nombre d'épis sur une rangée de 13,3m de long (écartement entre les rangs : 75 cm) pour 08/09 et 15/09 – sur 12,5m le 22/09	Nb épis / m2	Nb moyen de rangs sur 20 épis successifs	Nb moyen de grains par rang sur 20 épis successifs	Nb moyen de grains par épi sur 20 épis successifs	Nb de grains / m2	Rdmt estimé en q/ha	PMG
S1 – Labour	08/09/22	Option PPA	77	7,7	15,3	42,1	566,0		105	
S1 – Labour	15/09/22	Option PPA	91	9,1	14,5	36,2	502,2	4570	115	
S1 – Labour	22/09/22	Option PPA	46	4,9	14,2	43,5	546,0	2511	70	
				7,2	14,7	40,6	538,1	3540,5	96,7	220
S2 – TCS avec labour occasionnel	08/09/22	Option PPA	65	6,5	14,3	39,3	555,2		97	
S2 – TCS avec labour occasionnel	15/09/22	Option PPA	86	8,6	14,4	35,3	509,0	4377	110	
S2 – TCS avec labour occasionnel	22/09/22	Option PPA	52	5,5	14,9	35,5	528,0	2745	75	
				6,9	14,5	36,7	530,7	3561,0	94,0	216
S3 – TCS avec glyphosate	08/09/22	Option PPA	75	7,5	14,1	39,7	555,8		105	
S3 – TCS avec glyphosate	15/09/22	Option PPA	74	7,4	14,1	39,6	551,4	4080	105	
S3 – TCS avec glyphosate	22/09/22	Option PPA	69	7,4	12,7	31,4	505,0	3483	95	
				7,4	13,6	36,9	537,4	3781,5	101,7	236
S4 – SD avec glyphosate	08/09/22	Option PPA	72	7,2	14,3	36,4	519,2		100	
S4 – SD avec glyphosate	15/09/22	Option PPA	68	6,8	15,8	33,1	496,0	3373	92	
S4 – SD avec glyphosate	22/09/22	Option PPA	60	6,4	14,9	28,1	442,0	2651	72	
				6,8	15,0	32,5	485,7	3012,0	88,0	226
S5 – SD sans glyphosate (à partir de 2023)	08/09/22	Option PPA	36	3,6	15,5	25,0	446,0		44	
S5 – SD sans glyphosate (à partir de 2023)	15/09/22	Option PPA	52	5,2	15,7	31,7	496,4	2580	72	
S5 – SD sans glyphosate (à partir de 2023)	22/09/22	Option PPA	39	4,2	18,7	25,4	413,0	1652	40	
				4,3	16,6	27,4	451,8	2116,0	52,0	278

Nb grains/m2	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Rdmt graine en q/ha sec	40	60	70	80	95	105
PMG en g	267	300	280	267	271	262,50

Itinéraires techniques pour la campagne 2022 (maïs)

		S1 – Labour	S2 – TCS sans glypho	S3 – TCS avec glypho	S4 – Semis direct avec glypho	S5 – Semis direct (avec glypho en 2022)
Travail et entretien du sol	Date	12/03/22	12/03/22	11/03/22		
	Type d'intervention	Labour	Labour	Déchaumage (Black Bear Quivogne)		
	Date	14/04/22	14/04/22	14/04/22		
	Type d'intervention	Hersage	Hersage	Hersage (3m rouleau packer)		
	Profondeur					

Semis	Date	12/08/2021	12/08/2021	12/08/2021	12/08/2021	12/08/2021
	Type d'intervention	CIPAN (semoir direct)				
	Variétés semées	Avoine, Vesce, Trèfle d'Alexandrie, Moutarde, Radis fourrager, Phacélie, Moha, Tournesol	Avoine, Vesce, Trèfle d'Alexandrie, Moutarde, Radis fourrager, Phacélie, Moha, Tournesol	Avoine, Vesce, Trèfle d'Alexandrie, Moutarde, Radis fourrager, Phacélie, Moha, Tournesol	Avoine, Vesce, Trèfle d'Alexandrie, Moutarde, Radis fourrager, Phacélie, Moha, Tournesol	Avoine, Vesce, Trèfle d'Alexandrie, Moutarde, Radis fourrager, Phacélie, Moha, Tournesol
	Densité de semis	30 kg/ha				
	Date	16 au 20/04/2022				
	Type d'intervention	semis maïs (semoir maïs)				
	Variétés semées	LBS2941 + LBS4378 + P8834 + RGT EMERIXX	LBS2941 + LBS4378 + P8834 + RGT EMERIXX	LBS2941 + LBS4378 + P8834 + RGT EMERIXX	LBS2941 + LBS4378 + P8834 + RGT EMERIXX	LBS2941 + LBS4378 + P8834 + RGT EMERIXX
Densité de semis	0,237 dose/ha + 0,356 dose/ha + 0,712 dose/ha + 0,415 dose/ha	0,237 dose/ha + 0,356 dose/ha + 0,712 dose/ha + 0,415 dose/ha	0,237 dose/ha + 0,356 dose/ha + 0,712 dose/ha + 0,415 dose/ha	0,237 dose/ha + 0,356 dose/ha + 0,712 dose/ha + 0,415 dose/ha	0,237 dose/ha + 0,356 dose/ha + 0,712 dose/ha + 0,415 dose/ha	

Fertilisation	Date	07/03/2022	07/03/2022	07/03/2022	07/03/2022	07/03/2022
	Type d'intervention	Amendements organiques				
	Produit	Compost de fumier VL				
	Quantité/ha	20 t/ha				
	Quantité N/ha					
	Date	16 au 20/04/2022				
	Type d'intervention	engrais minéraux				
	Produit	14-36-00	14-36-00	14-36-00	14-36-00	14-36-00
	Quantité/ha	71,2 kg/ha				
	Quantité N/ha	10 uN/ha				
	Date	22/05/2022	22/05/2022	22/05/2022	22/05/2022	22/05/2022
	Type d'intervention	engrais minéraux				
	Produit	Urée 46				
	Quantité/ha	227 kg/ha				
	Quantité N/ha	104 uN/ha				
	Date	24/05/2022	24/05/2022	24/05/2022	24/05/2022	24/05/2022
	Type d'intervention	engrais minéraux				
Produit	QUATTRO S POLYSULFATE	QUATTRO S POLYSULFATE	QUATTRO S POLYSULFATE	QUATTRO S POLYSULFATE	QUATTRO S POLYSULFATE	
Quantité/ha	75 kg/ha	75 kg/ha	75 kg/ha	75 kg/ha	75 kg/ha	
Quantité N/ha	48 uN/ha	48 uN/ha	48 uN/ha	48 uN/ha	48 uN/ha	

Itinéraires techniques pour la campagne 2022 (maïs) (suite et fin)

		S1 – Labour	S2 – TCS sans glypho	S3 – TCS avec glypho	S4 – Semis direct avec glypho	S5 – Semis direct (avec glypho en 2022)
Protection des cultures	Date			02/04/22	02/04/22	02/04/22
	Type d'intervention			Herbicide (glyphosate)	Herbicide (glyphosate)	Herbicide (glyphosate)
	Produit			AGAVE	AGAVE	AGAVE
	Quantité/ha			3 L/ha	3 L/ha	3 L/ha
	Cible					
	Stade de développement adventices					
	Date	15/05/22	15/05/22	15/05/22	15/05/22	15/05/22
	Type d'intervention	Herbicides	Herbicides	Herbicides	Herbicides	Herbicides
	Produit	ARRAT DF + CAPRENO + PANTANI (PHILAGRO)				
	Quantité/ha	0,119kg/ha + 0,119 L/ha + 0,593 L/ha				
	Cible					
	Stade de développement adventices					

ANNEXE 5d

Itinéraires techniques pour la campagne 2023 (tournesol)

cf. page suivante

Un essai de gestion du salissement de la bande en SdC n°5 a eu lieu par pâturage de brebis le 13 mars 2023 :



Le chargement (une dizaine de brebis pour l'ensemble de la bande de 300m de long, 24m de large) sur la journée n'a cependant pas été suffisant pour voir un effet.

La levée du tournesol a été bonne dans les systèmes de culture avec travail du sol (1, 2 et 3), un peu plus faible sur le SdC en semis direct avec glyphosate (4) et nul dans le SdC en semis direct sans glyphosate (5) : voir les photos prises le 11/05/2023 en annexe.

Le salissement de la parcelle était limitée à la levée pour les SdC 1 à 3, avec essentiellement du RG, séneçon et matricaire en TCS, mais il était plus fort en SdC 4 (séneçon, vesce et RG) et rédhibitoire en SdC 5 : voir les photos prises le 13/06/2023 en annexe. Par la suite, les bandes se sont toutes salies sur l'interrang avec du chénopode ayant levé après binage.

Les rendements obtenus à la récolte le 20 septembre 2023 sont à l'image de ces deux facteurs : 31,3 q/ha en labour systématique, 30,3 q/ha en TCS, 26,7 q/ha en semis direct avec glyphosate, pas de récolte sur la bande en semis direct sans glyphosate.

Système de culture

Vue d'ensemble

Zoom levée de la culture

SdC 1 : labour



SdC 2 : TCS + labour occasionnel



SdC 3 : TCS + glyphosate



SdC 4 : Semis direct + glyphosate



SdC 5 : Semis direct sans glyphosate



Pas de levée de la culture

Photographies au 11/05/2023

Système de culture

Vue d'ensemble

Zoom adventices

SdC 1 : labour



Matricaire et renouée

SdC 2 : TCS + labour occasionnel



Matricaire, RG, séneçon

SdC 3 : TCS + glyphosate



Matricaire, RG, séneçon

SdC 4 : Semis direct + glyphosate



SdC 5 : Semis direct sans
glyphosate



RG, vesces et sillon mal refermé
Pas de tournesol

Photographies au 13/06/2023

Itinéraires techniques pour la campagne 2023 (tournesol)

		S1 – Labour	S2 – TCS avec labour occasionnel	S3 – TCS avec glypho occasionnel	S4 – Semis direct avec glypho	S5 – Semis direct sans glyphosate
Travail et entretien du sol	Date	25/03/23	22/03/23	22/03/23		
	Type d'intervention	Labour	Déchaumage	Déchaumage		
	Date	19/04/23	19/04/23	19/04/23		
	Type d'intervention	Hersage	Déchaumage	Déchaumage		
	Date	05/06/23	05/06/23	05/06/23		
	Type d'intervention	désherbage mécanique	désherbage mécanique	désherbage mécanique		
Semis	Date	21/04/2023	21/04/2023	21/04/2023	27/04/2023	27/04/2023
	Type d'intervention	semis	semis	semis	semis	semis
	Variétés semées	LG50475	LG50475	LG50475	LG50475	LG50475
	Densité de semis	0,5 dose/ha	0,5 dose/ha	0,5 dose/ha	0,6 dose/ha	0,6 dose/ha
Fertilisation	Date	30/03/2023	30/03/2023	30/03/2023	30/03/2023	30/03/2023
	Type d'intervention	Amendements organiques	Amendements organiques	Amendements organiques	Amendements organiques	Amendements organiques
	Produit	Compost de fumier	Compost de fumier	Compost de fumier	Compost de fumier	Compost de fumier
	Quantité/ha	25 t	25 t	25 t	25 t	25 t
	Quantité N/ha					
	Date	05/05/2023	05/05/2023	05/05/2023	05/05/2023	05/05/2023
	Type d'intervention	engrais minéral	engrais minéral	engrais minéral	engrais minéral	engrais minéral
	Produit	Urée 46	Urée 46	Urée 46	Urée 46	Urée 46
	Quantité/ha	65,2174 kg	65,2174 kg	65,2174 kg	65,2174 kg	65,2174 kg
	Quantité N/ha					
Protection des cultures	Date				18/04/23	
	Type d'intervention				herbicide	
	Stade de développement adventices				AGAVE (glyphosate)	
	Quantité/ha				3 L	
	Date	25/04/23	25/04/23	25/04/23	25/04/23	25/04/23
	Type d'intervention	herbicide	herbicide	herbicide	herbicide	herbicide
	Stade de développe	S-METOLASTAR	S-METOLASTAR	S-METOLASTAR	S-METOLASTAR	S-METOLASTAR
	Quantité/ha	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L
	Date	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23	10/05/23
	Type d'intervention	herbicide	herbicide	herbicide	herbicide	herbicide
	Produit	VIBALLA	VIBALLA	VIBALLA	VIBALLA	VIBALLA
	Quantité/ha	0,484 L	0,484 L	0,484 L	0,484 L	0,484 L

Tests non paramétriques sur les valeurs de densité apparente : principes

Question 1) Est-ce que, pour un horizon et une année donnée, la densité apparente est significativement différente d'un système à l'autre ?

Pour réaliser le test non paramétrique correspondant, on utilise le test de Kruskal-Wallis sur les données suivantes

	SdC 1	SdC 2	SdC 3	SdC 4	SdC 5
Fosse 1	Valeurs de densité apparente pour un horizon, pour une année (écarter l'horizon 2, cf. page suivante)				
Fosse 2					
Fosse 3					

Le test est également réalisé sur des échantillons d'effectif 6 issu de l'agglomération des données pour les SdC 2 et 3 d'une part (en TCS) et 4 et 5 d'autre part (en semis direct) :

	SdC 1 (labour)	SdC 2 et 3 fusionnés (TCS)	SdC 4 et 5 fusionnés (semis direct)
Fosse 1	Effectif = 3	Valeurs de densité apparente pour un horizon, pour une année (écarter l'horizon 2, cf. page précédente) (écarter l'année 2019 puisque 4 et 5 ont été travaillés différemment cette année là)	
Fosse 2			
Fosse 3			
Fosse 1'			
Fosse 2'			
Fosse 3'			

Question 2) Est-ce que, pour un horizon et un système donné, la densité apparente est significativement différente d'une année à l'autre ?

Pour réaliser le test non paramétrique correspondant, on utilise le test de Friedman

	2017	2018	2019	2020
Fosse 1	Valeurs de densité apparente pour un horizon, pour un système de culture (écarter l'horizon 2)			
Fosse 2				
Fosse 3				

Le test est également réalisé sur des échantillons d'effectif 6 issu de l'agglomération des données pour les SdC 2 et 3 d'une part (en TCS) et 4 et 5 d'autre part (en semis direct) :

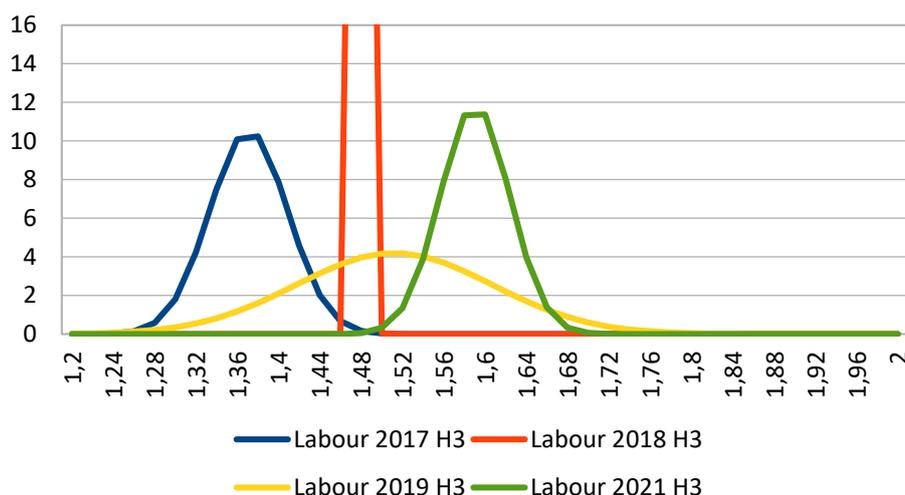
	2017	2018	2019	2020
Fosse 1				

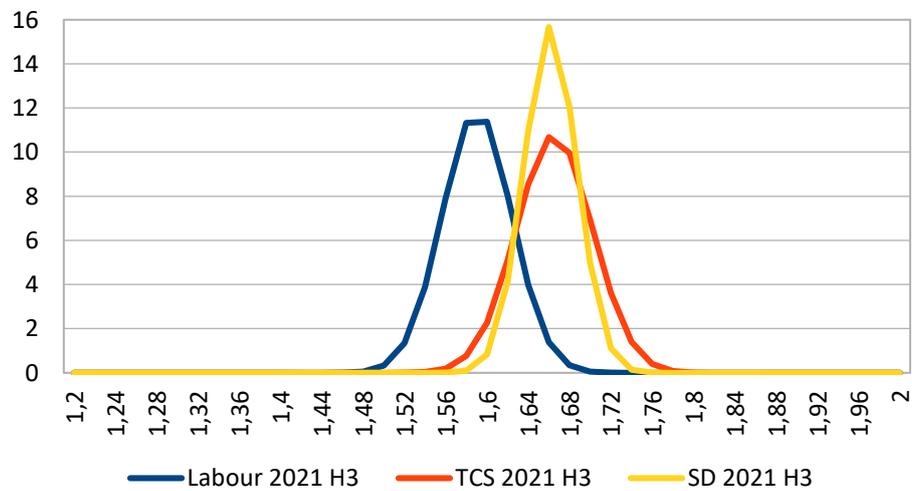
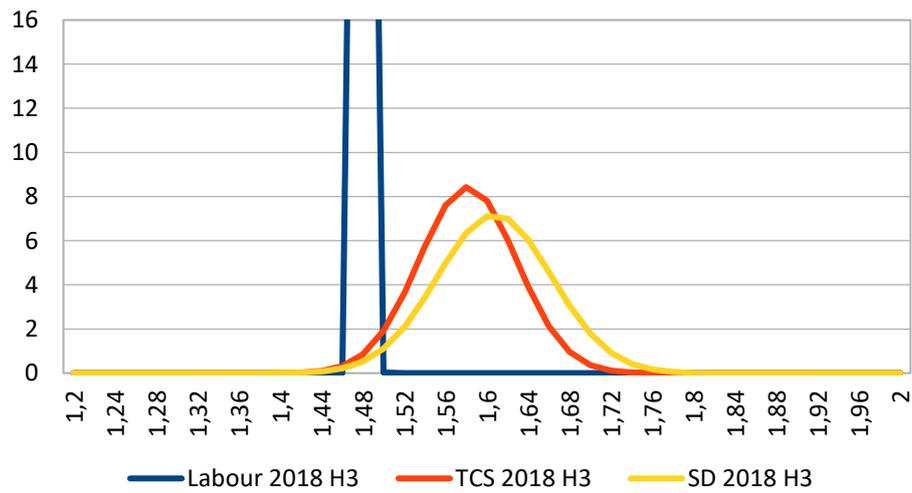
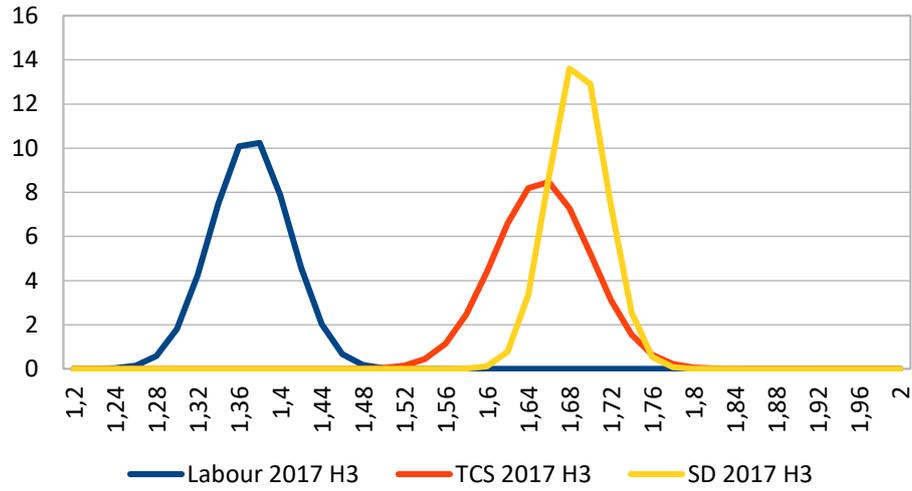
Fosse 2	Valeurs de densité apparente pour un horizon, pour deux systèmes de culture fusionnés (TCS ou semis direct), avec 6 mesures par an, et un système de culture (labour) avec 3 mesures par an <i>(écarter l'horizon 2, cf. page précédente) (écarter l'année 2019 puisque 4 et 5 ont été travaillés différemment cette année là)</i>
Fosse 3	
Fosse 1'	
Fosse 2'	
Fosse 3'	

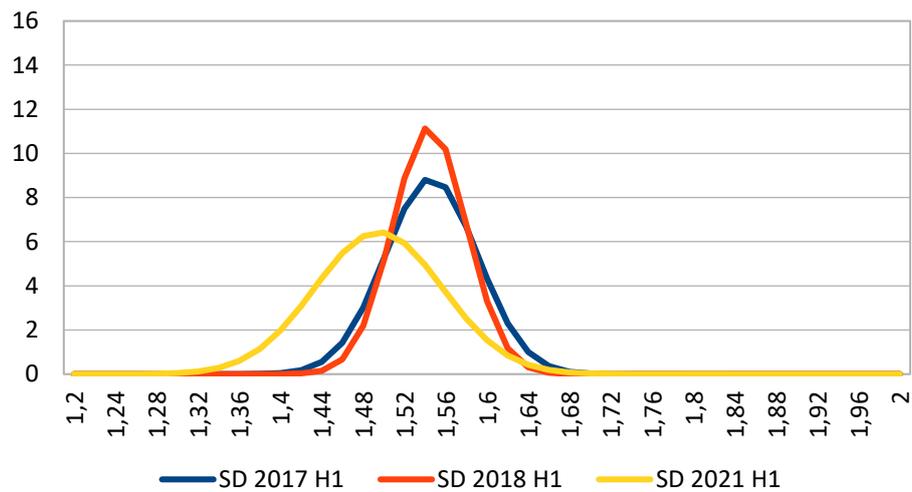
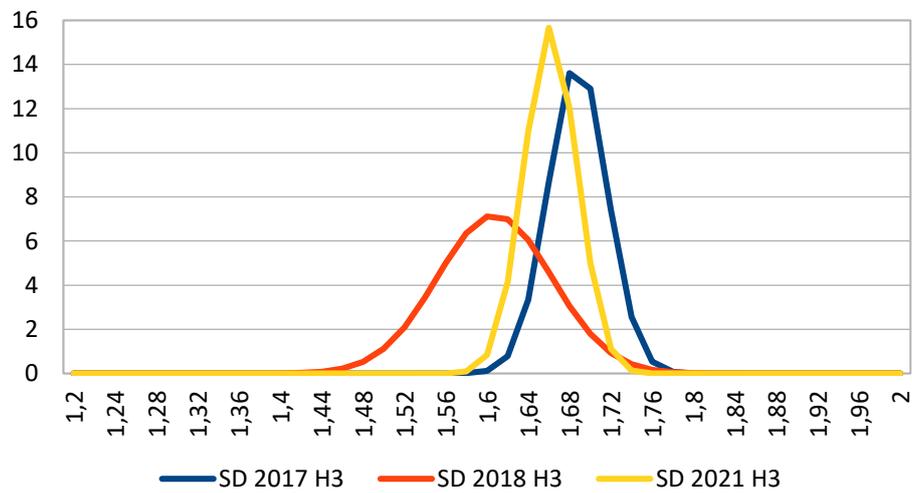
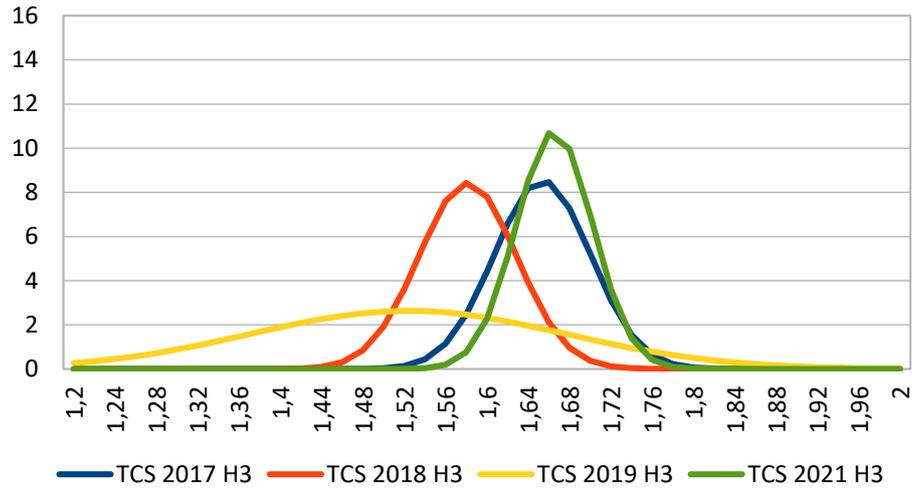
Concernant le choix d'écarter l'horizon 2 de l'analyse des données, il provient du constat suivant : la profondeur des prélèvements pour les horizons 2 et 3 est fluctuante d'une mesure à l'autre (7-16 cm à 12-21 cm pour l'horizon 2 et 14-23 cm à 20-29 cm pour l'horizon 3). A l'échelle de l'échantillon, l'horizon 2 empiète donc sur l'horizon 1 (0-9 cm) ou sur l'horizon 3 en fonction des cas. **Cela conduira certainement les tests statistiques à ne percevoir aucune différence entre les horizons 1 et 2 d'une part, et 2 et 3 d'autre part. Cette hypothèse a été vérifiée en réalisant un test de Kruskal-Wallis sur les données du SdC 1 en 2021**

	Horizon 1	Horizon 1	Horizon 1
Fosse 1	<i>D'après l'annexe 1, le cas où les densités apparentes entre horizons sont les plus différentes est en 2021 sur le SdC1. Le test conclut à une différence significative entre les horizons 1 et 3 mais pas entre les horizons 1 et 2 d'une part et 2 et 3 d'autre part.</i>		
Fosse 2			
Fosse 3			

Représentation de la distribution des valeurs de densité apparente sur les SdC1 (labour), SdC2+3 (TCS) et SdC4+5 (semis direct)





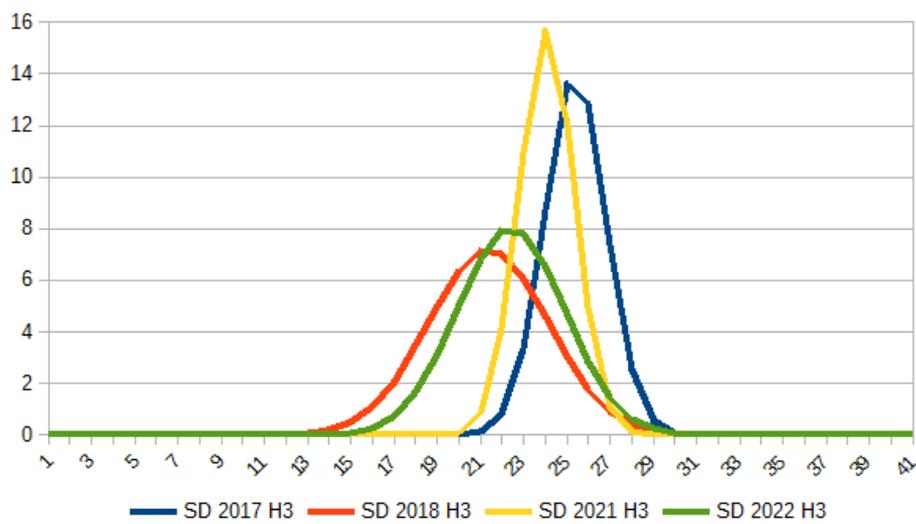
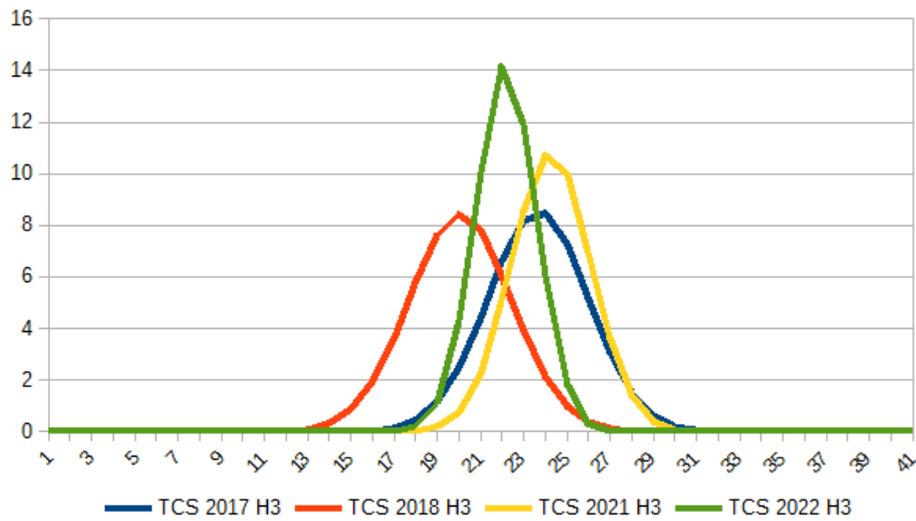
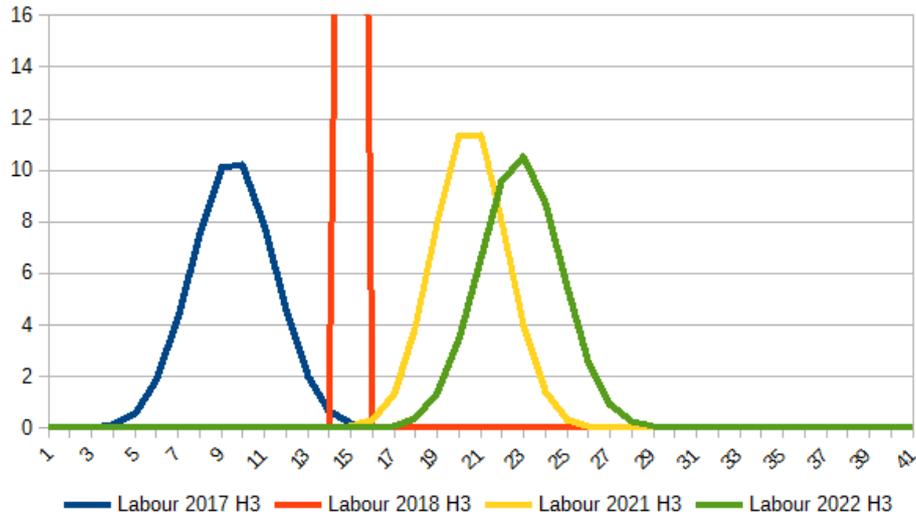


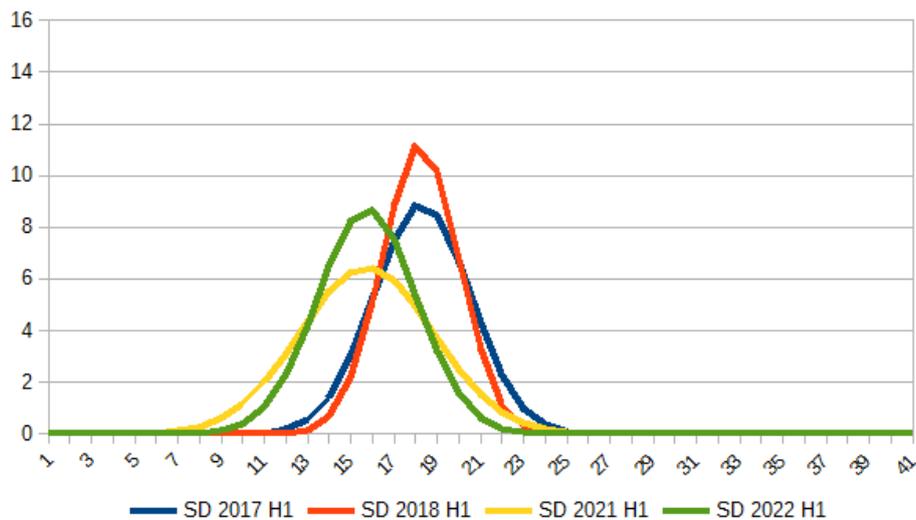
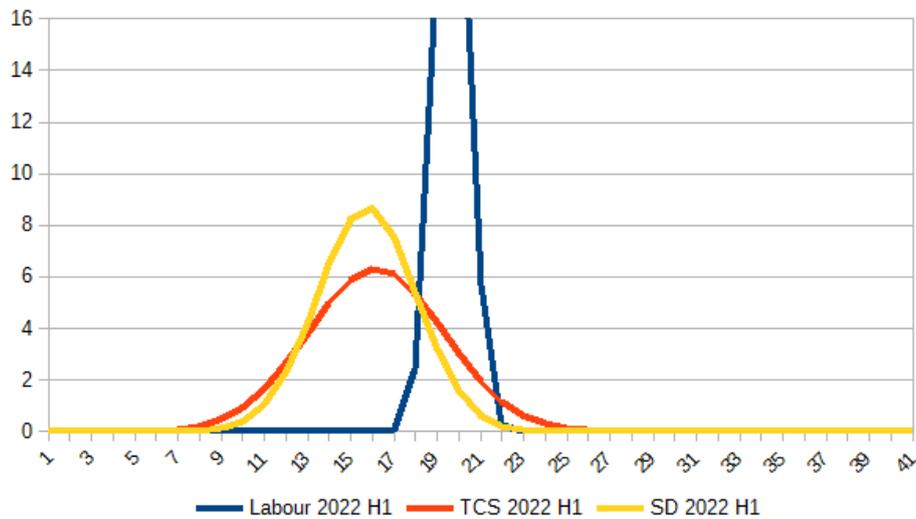
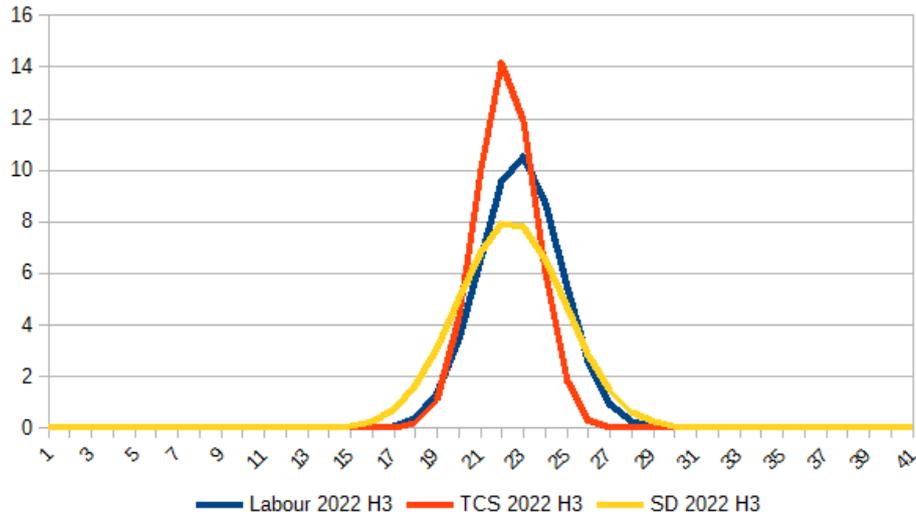
ANNEXE 6bis

Mesures de densité apparente du 23 février 2022

Système	Code	Profondeur (cm)	Sens prise ech.	Poids frais (g)	Poids sec (g) (séchage à 105°C 24h)	Humidité calculée (%) (pondéral)	Volume du cylindre (cm ³)	Densité apparente (g/cm ³)
Labour S1	Fosse 1	0-9	29	926	757	18,3	486,707	1,56
	Fosse 1	21-30	30	945	787	16,7	486,707	1,62
	Fosse 2	0-9	27	940	774	17,7	486,707	1,59
	Fosse 2	21-30	28	971	817	15,9	486,707	1,68
	Fosse 3	0-9	25	912	762	16,4	486,707	1,57
	Fosse 3	21-30	26	923	783	15,2	486,707	1,61
TCS S2	Fosse 1	0-9	19	906	723	20,2	486,707	1,49
	Fosse 1	21-30	20	958	811	15,3	486,707	1,67
	Fosse 2	0-9	21	939	762	18,8	486,707	1,57
	Fosse 2	21-30	22	931	795	14,6	486,707	1,63
	Fosse 3	0-9	23	904	739	18,3	486,707	1,52
	Fosse 3	21-30	24	916	779	15,0	486,707	1,60
TCS S3	Fosse 1	0-9	17	935	756	19,1	486,707	1,55
	Fosse 1	21-30	18	937	791	15,6	486,707	1,63
	Fosse 2	0-9	15	888	729	17,9	486,707	1,50
	Fosse 2	21-30	16	928	787	15,2	486,707	1,62
	Fosse 3	0-9	13	832	678	18,5	486,707	1,39
	Fosse 3	21-30	14	904	774	14,4	486,707	1,59
Semis direct S4	Fosse 1	0-9	7	904	742	17,9	486,707	1,52
	Fosse 1	21-30	8	897	762	15,1	486,707	1,57
	Fosse 2	0-9	9	927	756	18,4	486,707	1,55
	Fosse 2	21-30	10	942	796	15,5	486,707	1,64
	Fosse 3	0-9	11	901	738	18,1	486,707	1,52
	Fosse 3	21-30	12	903	762	15,6	486,707	1,57
Semis direct S5	Fosse 1	0-9	5	901	730	19,0	486,707	1,50
	Fosse 1	21-30	6	930	793	14,7	486,707	1,63
	Fosse 2	0-9	3	869	705	18,9	486,707	1,45
	Fosse 2	21-30	4	954	819	14,2	486,707	1,68
	Fosse 3	0-9	1	867	696	19,7	486,707	1,43
	Fosse 3	21-30	2	958	816	14,8	486,707	1,68

Représentation de la distribution des valeurs de densité apparente sur les SdC1 (labour), SdC2+3 (TCS) et SdC4+5 (semis direct)



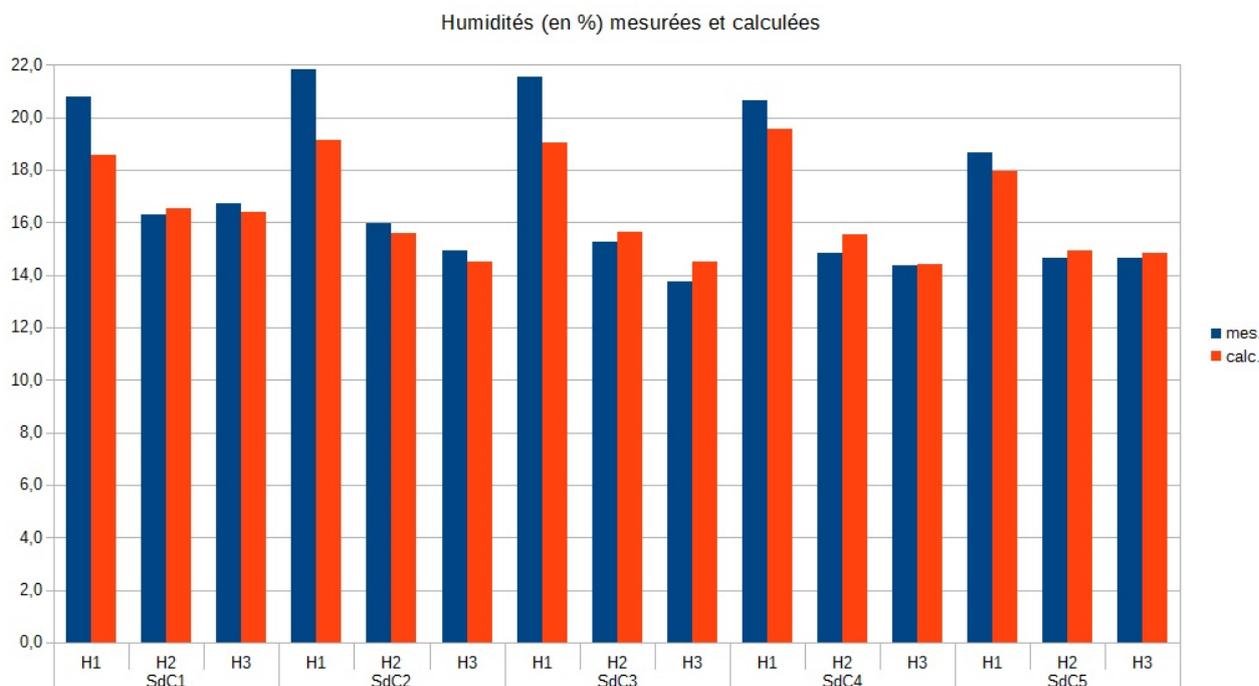


Point sur l'humidité des échantillons

A chaque mesure de densité apparente, l'humidité de l'échantillon est calculée de la manière suivante :

$$\frac{\text{Poids frais (g)} / \text{Poids sec (g)} (\text{séchage à } 105^{\circ}\text{C } 24\text{h})}{\text{Poids sec (g)} (\text{séchage à } 105^{\circ}\text{C } 24\text{h})} \times 100$$

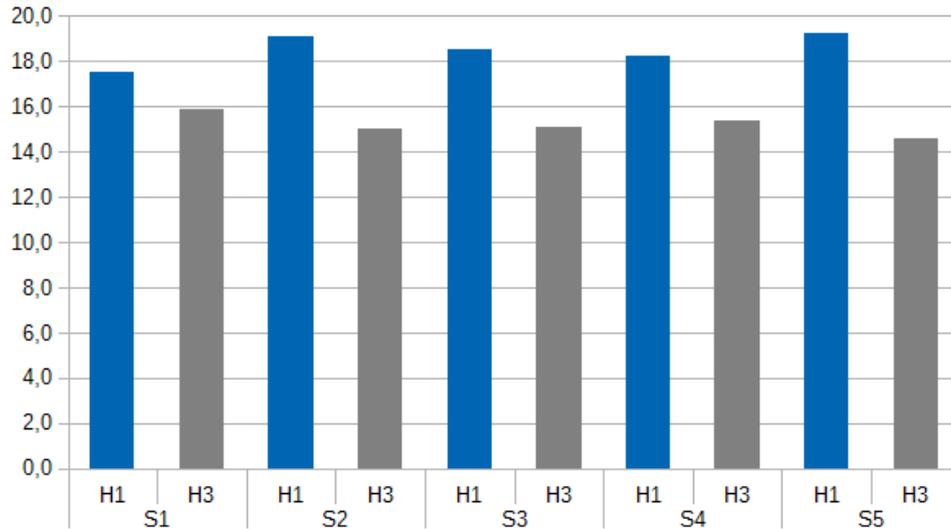
En 2021, l'humidité a également été mesurée au champ avec un humidimètre TDR-100 : la valeur mesurée correspondait à la moyenne de 6 mesures sur la hauteur du cylindre. Humidités mesurées et calculées ont ainsi pu être comparées en 2021 :



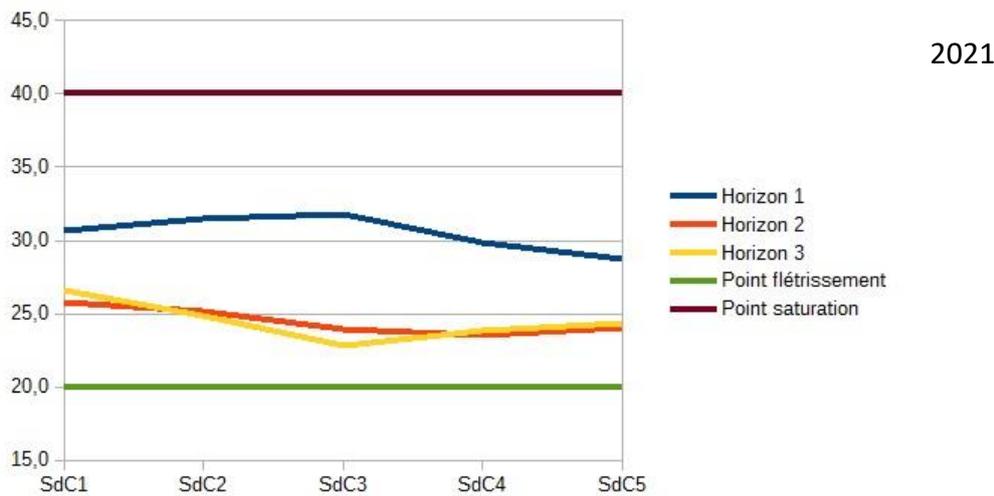
On constate que les valeurs sont très proches, ce qui prouve la qualité de l'outil de mesure.

Les valeurs d'humidité calculées des échantillons pour la campagne 2022 de densités apparentes sont les suivantes :

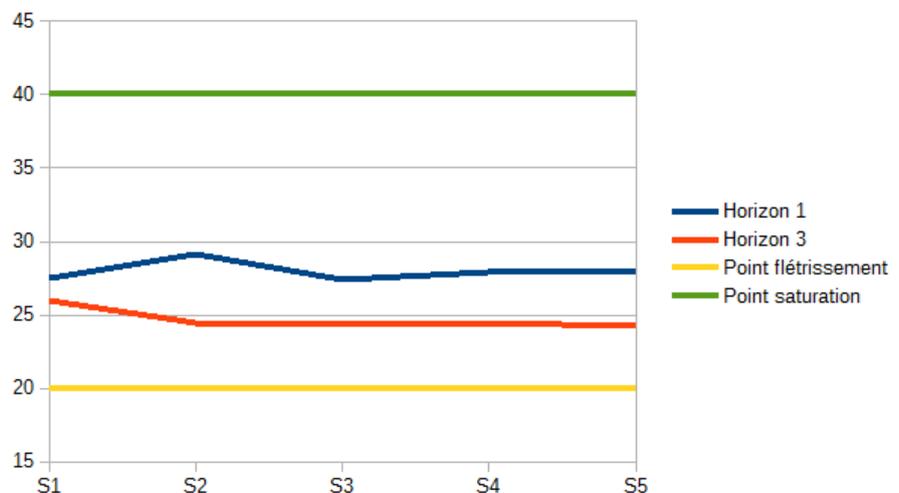
On constate une humidité légèrement supérieure dans l'horizon de surface pour les échantillons pris dans le système S5 en semis direct, ce qui est dû au fait que la campagne de prise d'échantillon a commencé par ce système (S5 le matin, puis S4, S3, S2 et enfin S1 en fin d'après-midi) après une petite pluie la veille.



En pourcentage volumique (et non pondéral comme dans les deux graphiques précédents), les humidités des échantillons pour les campagnes de mesure de densités apparentes 2021 et 2022 sont les suivantes :



2022



ANNEXE 7

Comptage vers de terre 2017-2019

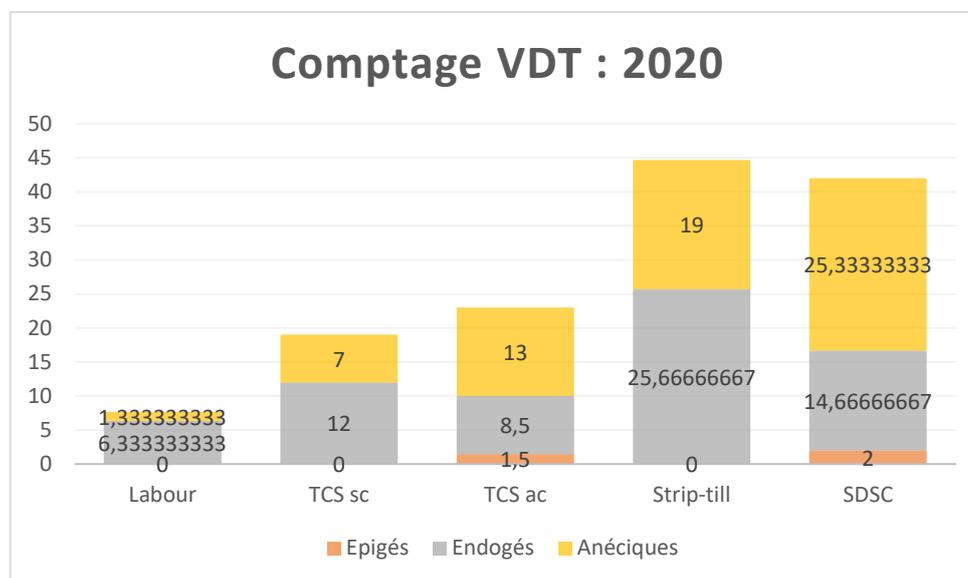
	Labour	TCS sans couvert	TCS «avec couvert»	«Strip-till» (le 13/08/2015 – puis le 29/03/2019)	Semis Direct
2017 (début avril - blé)	36	37	41	40	81
2019 (19 mars CI)	21			31	30
2019 (07 mai - 5 semaines après W sol)	7	8	2	38	30

Nombre de vers de terre mesurés (moyenne de deux mesures par date et par modalité)

nb :

- les mesures sont réalisées chaque année avec des classes depuis 2017
- les mesures en 2018 n'ont pas pu avoir lieu (printemps 2018 trop chaud, automne 2018 trop sec)
- par date et par modalité le nombre fourni correspond à la moyenne de deux mesures réalisées par deux groupes différents
- les conditions étaient similaires pour toutes ces mesures (pluie dans les 2 à 4 jours précédant la mesure, temps avec éclaircies le jour de la mesure et température entre 5 et 12°C).

Comptage vers de terre 2020



Comptage vers de terre 2021

Système de culture	Date	Epigés ind/m ²	Endogés ind/m ²	Anéciques juvéniles ind/m ²	Anéciques adultes TR ind/m ²	Anéciques adultes TN ind/m ²	Total ind/m ²	Commentaires
Labour – S1 Placette nord	25-mars-21	0	3	16	3	12	34	Temps ensoleillé, sol ressuyé
Labour – S1 Placette sud	25-févr.-21	0	0	0	0	0	0	Temps ensoleillé, sol ressuyé mais concentration de moutarde dans le premier arrosage insuffisant
TCSL sans couvert – S2 Placette nord	25-mars-21	0	20	12	5	7	44	Temps ensoleillé, sol ressuyé
TCSL sans couvert – S2 Placette sud	25-févr.-21	1	5	0	4	1	11	Temps ensoleillé, sol ressuyé mais concentration de moutarde dans le premier arrosage insuffisant
TCSL avec couvert – S3 Placette nord	25-mars-21	0	65	8	13	23	109	Temps ensoleillé, sol ressuyé
TCSL avec couvert – S3 Placette sud	25-févr.-21	0	26	0	2	2	30	Temps ensoleillé, sol ressuyé mais concentration de moutarde dans le premier arrosage insuffisant
Strip-till – S4 Placette nord	25-mars-21	0	51	29	2	3	85	Temps ensoleillé, sol ressuyé
Strip-till – S4 Placette sud	25-févr.-21	3	10	0	5	4	22	Temps ensoleillé, sol ressuyé mais concentration de moutarde dans le premier arrosage insuffisant
Semis direct sous couvert – S5 Placette nord	25-mars-21	0	60	28	16	20	124	Temps ensoleillé, sol ressuyé
Semis direct sous couvert – S5 Placette sud	25-févr.-21	0	24	3	1	1	29	Temps ensoleillé, sol ressuyé mais concentration de moutarde dans le premier arrosage insuffisant

Classe : 2nde GT – Option PPA

ANNEXE 7bis

Résultats analyses CelestaLAB

		Caractérisation des matières organiques du sol				
		MO totale (%)	MO libre / rapide (% MO totale)	MO liée / très lente (% MO totale)	MO libre / rapide (C/N)	MO liée / très lente (C/N)
S1	2015	1,6	15	85	17,8	9,9
		très faible	réserves bien proportionnées		correctement évolué, énergétique, libérant assez facilement son azote	humus bien évolués, fonctionnels
	2017	1,7	16	84	16,6	9,4
		faible	réserves bien proportionnées		correctement évolué, encore jeune	humus bien évolués, fonctionnels
	2019	1,5	11	89	14,9	8,6
	2022	1,8	16	84	9,7	9,8
	faible	équilibrés : les réserves organiques sur le long terme sont bien proportionnées par rapport aux réserves à plus court terme		MO très évoluée, peu énergétique pour la faune et la microflore du sol, mais libérant plutôt facilement son azote	satisfaisante et caractérise des humus bien évolués, fonctionnels, libérant assez facilement de l'azote	
S2	2015	1,62	24	76	24,8	9
		très faible	déséquilibre, réserves long terme trop faibles		forte, MO très énergétique peu évoluée susceptible d'immobiliser N	satisfaisant, humus bien évolués
	2017	1,8	19	81	17,8	11
		satisfaisant	compartiments équilibrés		correctement évolué, encore jeune	élevée, humus pas complètement stabilisés (évolution = mobilisation de N)
	2019	1,7	22	78	18,6	7,9
	2022	2	17	83	14,9	10
	faible	équilibrés : les réserves organiques sur le long terme sont bien proportionnées par rapport aux réserves à plus court terme		MO correctement évoluée, encore jeune, énergétique pour la faune et la microflore du sol	satisfaisante et caractérise des humus bien évolués, fonctionnels, libérant assez facilement de l'azote	

ANNEXE 7bis (suite)

Résultats analyses CelestaLAB

		Caractérisation des matières organiques du sol				
		MO totale (%)	MO libre / rapide (% MO totale)	MO liée / très lente (% MO totale)	MO libre / rapide (C/N)	MO liée / très lente (C/N)
S3	2015	1,62	24	76	24,8	9
		très faible	déséquilibre, réserves long terme trop faibles		forte, MO très énergétique peu évoluée susceptible d'immobiliser N	satisfaisant, humus bien évolués
	2017	1,57	18	82	19,5	9,4
		faible	compartiments équilibrés		correctement évolué, encore jeune	humus bien évolués, fonctionnels
	2019	1,5	15	85	12,3	7,6
	2022	1,8	18	82	13,8	9,5
		faible	équilibrés : les réserves organiques sur le long terme sont bien proportionnées par rapport aux réserves à plus court terme		MO correctement évoluée, encore jeune, énergétique pour la faune et la microflore du sol	satisfaisante et caractérise des humus bien évolués, fonctionnels, libérant assez facilement de l'azote
S4	2015	1,58	16	84	32,5	9,9
		très faible	compartiments équilibrés		forte, MO très énergétique peu évoluée susceptible d'immobiliser N	humus bien évolués, fonctionnels
	2017	1,59	20	80	20,3	9,3
		faible	compartiments équilibrés		correctement évolué, encore jeune	humus bien évolués, fonctionnels
	2019	1,4	15	85	14,6	7,2
	2022	1,9	16	84	12,6	9,5
		faible	équilibrés : les réserves organiques sur le long terme sont bien proportionnées par rapport aux réserves à plus court terme		MO correctement évoluée, encore jeune, énergétique pour la faune et la microflore du sol	satisfaisante et caractérise des humus bien évolués, fonctionnels, libérant assez facilement de l'azote

ANNEXE 7bis (suite)

Résultats analyses CelestaLAB

		Caractérisation des matières organiques du sol				
		MO totale (%)	MO libre / rapide (% MO totale)	MO liée / très lente (% MO totale)	MO libre / rapide (C/N)	MO liée / très lente (C/N)
S5	2015	1,58	16	84	32,5	9,9
		<i>très faible</i>	<i>compartiments équilibrés</i>		<i>forte, MO très énergétique peu évoluée susceptible d'immobiliser N</i>	<i>humus bien évolués, fonctionnels</i>
	2017	1,59	19	81	21,8	9,3
		faible	compartiments équilibrés		correctement évolué, encore jeune	humus bien évolués, fonctionnels
	2019	1,4	15	85	12,6	8,3
	2022	1,7	15	85	12,9	9,7
	faible	équilibrés : les réserves organiques sur le long terme sont bien proportionnées par rapport aux réserves à plus court terme		MO correctement évoluée, encore jeune, énergétique pour la faune et la microflore du sol	satisfaisante et caractérise des humus bien évolués, fonctionnels, libérant assez facilement de l'azote	

ANNEXE 7bis (suite)

Résultats analyses CelestaLAB

		Compartiment vivant : biomasse microbienne		
		Carbone (g/kg terre)	Biomasse microbienne (mg C/kg terre)	Biomasse microbienne (% C) (% de la MO)
S1	2015	9,3	190	2
		très faible	faible (sol pas très vivant)	satisfaisant
	2017	9,7	242	2,5
		faible	satisfaisant un peu faible, sol vivant	satisfaisant un peu fort
	2019	9	253	2,8
		faible	satisfaisant un peu faible	satisfaisant un peu fort
	2022	10,5	223	2,1
		faible	faible	satisfaisant un peu faible
S2	2015	9,4	184	2
		très faible	faible (sol pas très vivant)	satisfaisant un peu faible
	2017	10,5	286	2,7
		satisfaisant un peu faible	satisfaisant (sol vivant)	satisfaisant un peu fort
	2019	9,7	291	3
		faible	satisfaisant	fort
	2022	11,5	334	2,9
		faible	satisfaisant	fort
S3	2015	9,4	184	2
		très faible	faible (sol pas très vivant)	satisfaisant un peu faible
	2017	9,1	229	2,5
		faible	faible (sol pas très vivant)	satisfaisant un peu fort
	2019	8,9	270	3
		faible	satisfaisant un peu faible	fort
	2022	10,6	303	2,9
		faible	satisfaisant	fort

ANNEXE 7bis (fin)

Résultats analyses CelestaLAB

		Compartiment v iv ant : biomasse microbienne		
		Carbone (g/kg terre)	Biomasse microbienne (mg C/kg terre)	Biomasse microbienne (% C) (% de la MO)
S4	2015	9,2	178	1,9
		très faible	faible (sol pas très v iv ant)	satisfaisant un peu faible
	2017	9,3	229	2,5
		faible	faible (sol pas très v iv ant)	satisfaisant un peu fort
	2019	8,3	249	3
		très faible	satisfaisant un peu faible	fort
	2022	11	239	2,2
	faible	faible	satisfaisant	
S5	2015	9,2	178	1,9
		très faible	faible (sol pas très v iv ant)	satisfaisant un peu faible
	2017	9,3	272	2,9
		faible	satisfaisant (sol v iv ant)	fort
	2019	8	253	3,2
		très faible	satisfaisant un peu faible	très fort
	2022	10	199	2
	faible	très faible	satisfaisant un peu faible	

Tests d'infiltration

1. Ce que l'on retient de la bibliographie

Le labour est-il un bon moyen de favoriser la descente de l'eau ? Pas toujours. Si la forte porosité obtenue mécaniquement dans l'horizon travaillé assure une certaine infiltration, celle-ci est à dominante horizontale : pour des volumes d'eau trop importants, l'eau finit par stagner en surface, surtout s'il y a une semelle de labour en-dessous de l'horizon travaillé. Au contraire, la suppression du labour et son remplacement par des techniques simplifiées de travail du sol, surtout le semis direct sous couvert, favorise la porosité verticale, lentement établie par la faune du sol et maintenue par les racines. Même si cette porosité reste parfois modeste, elle est très fonctionnelle et assure le drainage de l'eau en profondeur, même pour des cumuls de pluie importants.. Et de fait, sur le terrain cette différence est visible aux traces de roues laissées sur les champs de céréales d'hiver, pour les épandages et pulvérisation. Elles sont moins visibles sur les sols très portant des champs après plusieurs années de suppression du labour.

En théorie, on devrait ainsi observer une meilleure infiltration de l'eau dans les modalités conduites sans labour.

2. Description du test

Afin d'évaluer la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol, nous nous sommes inspirés du « Test simplifié d'infiltrométrie de Beer Kan » réalisé par ITAB dans le cadre du projet SolAB. Nous avons repris le principe global du test, en adaptant le protocole aux moyens (matériel, main d'œuvre et temps) dont nous disposons. Nous l'avons pensé pour qu'il puisse être réalisé par des élèves lors de TP, dans un intérêt pédagogique, et que les valeurs recueillies puissent être exploitées dans l'intérêt de l'étude.

Matériel :

- Cylindre de 30 cm de diamètre (seau au fond découpé)
- Unité de mesure de volume d'eau (bouteille d'eau 25 cl)
- Suffisamment d'eau (bidon de 10 l)
- Couteau (si la surface n'est pas plane) et sécateur (afin de retirer la végétation aérienne)
- Chronomètre

Protocole expérimental :

Définir les conditions de réalisation du test

Le test doit être réalisé dans un sol humide, ressuyé et non gelé. Il faut dans un premier temps déterminer le nombre de répétitions par modalités, en fonction de la précision des résultats souhaités et de l'hétérogénéité du sol. Dans un objectif d'analyse statistique, un minimum de 3 répétitions est nécessaire.

Préparer la zone d'étude

Choisir de préférence une zone plane pour réaliser le test, afin que l'eau se répartisse de façon homogène. Si le sol est incliné, il est possible de rectifier la pente à l'aide d'une bêche puis en grattant délicatement avec un couteau les premiers centimètres du sol (ne pas lisser la surface). Si le sol est enherbé, couper la partie aérienne de la végétation en prenant soin de ne pas arracher les racines (ce qui créerait de la porosité supplémentaire). Éviter les zones avec des fentes de retrait ou des galeries d'animaux.

Enfoncer le seau de 4-5 cm dans le sol (en le faisant tourner sur lui-même, ou à l'aide d'une massette). Afin d'assurer l'étanchéité du système, réaliser un boudin de terre tout autour du seau.

Réaliser les mesures

Préparer plusieurs volumes d'eau de 25 cl, tout en gardant le bidon à portée de main afin de pouvoir rapidement préparer les volumes d'eau suivant. Au temps $t = 0$, verser rapidement le premier volume d'eau (en veillant à ne pas déstructurer le sol en surface, possibilité d'utiliser un morceau de bâche) et déclencher le chronomètre. Noter le temps nécessaire à l'infiltration complète du volume d'eau. L'eau doit être totalement ressuyé en surface (se donner comme repère la dernière flaque d'eau présente, et garder le même repère pour les itérations suivantes). Noter le temps et verser immédiatement un second volume d'eau. Répéter ainsi l'opération jusqu'à obtenir des temps d'infiltration constants.

Lors des premières itérations, l'eau s'infiltrera d'autant plus rapidement que le sol est sec (processus de réhumectation du sol). Parfois il suffit de quelques secondes pour que l'eau s'infilte : prévoir suffisamment de bouteilles à l'avance et être réactif ! (possibilité de doubler le volume d'eau pour les deux premières itérations). Lors de la première réalisation du test, il est difficile de prévoir le nombre d'itérations nécessaires pour atteindre des temps constants d'infiltration. Un premier essai à proximité de la zone à tester permet de se « faire la main » sans perturber la zone d'étude.

Analyser et interpréter les résultats

Noter dans un tableau le cumul des volumes d'eau versés et les temps d'infiltration correspondant. Représenter graphiquement les cumuls d'eau infiltrés (en ordonnée) en fonction des temps d'infiltration (en abscisse).

Le temps d'infiltration augmente progressivement (l'eau versé remplit les pores du sol) puis atteint généralement un régime stable (l'eau contenue dans les pores s'écoule). Calculer la vitesse d'infiltration durant le régime stable, c'est-à-dire lorsque la courbe prend une allure linéaire. La comparaison entre les différentes modalités testées se fait selon le coefficient directeur des droites de tendance de la partie linéaire de la courbe.

Calcul de la vitesse d'infiltration

Afin de réaliser nos mesures, nous avons utiliser des seaux au fond découpé dont le diamètre est de 27 cm. Cela correspond à une surface de 573 cm^2 , soit 0.057 m^2 . Sachant que 1 mm correspond à 1 L/m^2 , on peut en déduire que pour ce test, 1 mL/s d'infiltration correspond à 0.018 mm/s , ou 64.8 mm/h . Ce calcul tient compte d'une surface de sol arrosées, alors que la le sol à la périphérie du test n'est pas arrosé. Or l'eau ne s'infilte pas tel un cylindre dans le sol. La zone d'infiltration peut s'élargir horizontalement en suivant la porosité du sol, aidées par des galeries de racines ou des vers de terre. Le sol aux alentours de la zone d'infiltration étant plus sec, on observe également une zone de redistribution de l'eau par capillarité. Les résultats calculés ne reflètent ainsi pas exactement ce qu'il se produit par temps pluvieux car dans ces conditions, l'ensemble du sol est soumis au même volume d'eau, au même moment. Nos résultats sont alors forcément plus élevés que ce que le sol peut réellement absorber en cas de gros orage.

3. Critique des données brutes

Commençons par sélectionner les données parmi l'ensemble des mesures effectuées. En effet les mesures d'infiltrations, nécessitant du temps, ont été réalisées sur plusieurs jours par plusieurs groupes d'élèves différents. Cela crée des **incertitudes de mesures**. Pour ce faire, nous avons représenté graphiquement l'ensemble des mesures effectuées. Nous avons ensuite trié les courbes afin de supprimer celles dont l'allure est anormale, reflétant des valeurs aberrantes, dû à des erreurs de mesures non-acceptables. Les valeurs ne s'interprètent pas en absolu mais uniquement en relatif et sont très dépendantes de la texture et de la porosité : l'intérêt de ce test réside essentiellement dans la comparaison de différentes situations (comparaison de l'effet de différentes techniques culturales ici), à texture égale.

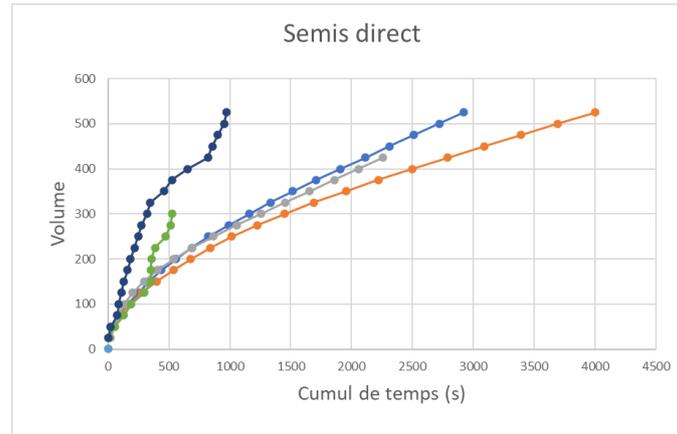


3. Analyse statistique

Après tri des valeurs brutes, nous avons procédé à une analyse statistique des résultats de test d'infiltration, afin de déterminer entre quelles modalités les différences sont significatives.

Nous remarquons que les valeurs moyennes des systèmes de culture 4 et 5 (semis direct) sont très proches, avec 72 et 70 mm/h en vitesse d'infiltration. De plus leurs écarts-types sont relativement faibles, ce qui conforte ces moyennes. En les comparant statistiquement, nous n'observons pas de différence. De plus, ceux-ci sont significativement différents des trois autres modalités. Nous pouvons donc les traiter comme un seul et même groupe.

Pour ce qui est des systèmes de culture 2 et 3 en TCS (regroupées ici en un seul groupe) et en labour, nous observons également des moyennes assez proches avec 179 et 193 mm/h. Mais ici **les écarts-types sont bien plus importants, reflétant une forte variabilité de l'infiltration au sein d'un même système de culture en travail du sol**. Après analyse statistique, nous pouvons dire que la vitesse d'infiltration de l'eau au sein de ces deux systèmes de culture n'est pas significativement différente. Le labour quant à lui n'est pas significativement différent des deux modalités TCS.



Exemple de représentation graphique obtenue

4. Interprétation

Nous constatons tout d'abord une grande variabilité des résultats au sein du groupe Labour-TCS, cela peut être expliqué par des zones plus compactés que d'autres, ou encore par la présence d'une semelle de labour en partie détruite, mais persistant à certains endroits.

L'infiltration de l'eau dans le groupe Labour-TCS est environ 2,6 fois plus rapide que dans le groupe semis direct. Cela est a priori contradictoire avec les enseignements de la bibliographie. C'est là que le croisement des données des différents tests s'avère utile afin de pouvoir interpréter ces résultats. **Nous pouvons émettre plusieurs hypothèses. Le labour crée mécaniquement de la porosité, et dans le cas d'une texture majoritairement sableuse, ne crée pas forcément de semelle de labour, ce qui permet d'avoir les avantages du labour sans la contrainte de créer une semelle. Cette hypothèse est à vérifier grâce au mini-profil 3D.** Autre hypothèse, la texture du sol, avec une dominance de sable grossiers, mais également des sables fins et des limons, mais pas suffisamment d'argile et de matière organique ne permet pas de créer de la porosité par les agents naturels (climat) dans les bandes non labourées. **Enfin, pour les bandes sans création de porosité d'origine mécanique, la porosité d'origine biologique est peut-être insuffisante pour créer une connectivité verticale permettant une bonne infiltration. Ce dernier point va pouvoir être discuté grâce au résultat de comptage de vers de terre,** pour chacune des espèces principales. Une estimation de la densité de galeries d'anéciques à l'aide du mini-profil 3D permet de compléter l'analyse.

ANNEXE 9

Photos comptage vers de terre





ANNEXE 9

Photos suivi soja 2020





ANNEXE 9

Photos suivi blé 2021



Photos suivi maïs 2022

