

Caractérisation et dynamique des fusarioses sur maïs en Région Wallonne

¹Scauftaire Jonathan, ²Mahieu Olivier, ²Paternostre Laurent, ²Louvieaux Julien, ³Foucart Guy, ³Renard Fabien et ¹Munaut Françoise

¹Mycothèque de l'Université catholique de Louvain (BCCMTM/MUCL), Unité de microbiologie, Faculté d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale, Croix du Sud 3 boîte 6, B-1348 Louvain-la-Neuve

²Centre pour l'Agronomie et l'Agro-industrie de la province de Hainaut, rue Paul Pastur 11, B-7800 Ath

³Centre Indépendant de Promotion Fourragère, Faculté d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale, Université Catholique de Louvain, Croix du Sud 3 boîte 3, B-1348 Louvain-la-Neuve

Ce projet de recherche est subsidié par le Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale de l'Agriculture, Direction de la Recherche (dossier : D31-1114)

Rapport des essais menés en champ en 2005 au CARAH

Contacts CARAH :

- *essais en champ* : Julien Louvieaux (j.louvieaux@carah.be) & Olivier Mahieu (mahieu@carah.be)
- *analyses mycotoxines* : Marc Cuignet (m.cuignet@carah.be)

Projet

En Belgique, la culture du maïs est principalement valorisée dans l'alimentation animale. Le maïs fourrager, majoritairement destiné aux bovins, couvre 52 817 ha en Wallonie, alors que le maïs grain n'en occupe que 1 669 (recensement agricole 2005, INS). A l'échelle nationale, le maïs fourrager et le maïs grain sont cultivés sur 163 825 ha et 54 256 ha respectivement.

Un des principaux problèmes rencontrés lors de la culture du maïs, tant en Belgique que dans d'autres régions tempérées et en régions tropicales, réside dans les attaques de fusariose. Plusieurs espèces de *Fusarium* sont en effet responsables de pertes de rendements du maïs, de la diminution de la qualité alimentaire du maïs fourrager et de la production de mycotoxines pouvant causer de graves problèmes de santé aux animaux ayant ingéré de l'ensilage contaminé.

Les fusarioses, antérieurement attribuées au seul taxon incorrect *F. roseum*, sont en fait le résultat de contamination par différentes espèces, principalement *F. graminearum*, *F. verticillioides* et *F. proliferatum*. On retrouve également, quoique plus rarement ou en proportions plus faibles des espèces telles que *F. subglutinans*, *F. sambucinum*, *F. sporotrichoides*, *F. croockwellense*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. avenaceum*. Dans les régions méditerranéennes, on observe une occurrence de plus en plus fréquente de *F. proliferatum*, associé ou non à *F. verticillioides* (Bottalico, 1998). En Europe centrale, ce sont *F. verticillioides*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. subglutinans* et *F. avenaceum* (Leuw, 1993 ; Bottalico, 1998 ; Papst et al., 2005) qui sont les plus fréquents. En Belgique, on évalue les pertes de rendement dues aux fusarioses de 15 à 30%. On estime que plus de 7% des cultures mondiales sont détruites par des fusarioses (Hoffman and Schmutterer 1999 ; Papst et al., 2005).

Par ailleurs, des études récentes montrent une diversité d'espèces encore plus grande, laissant présager des situations concrètes aux champs encore plus complexes. Par exemple : *F. graminearum* a été très récemment subdivisé en 9 espèces phyllogénétiques (O'Donnell et al.,

2004) ; le complexe *Gibberela fujikuroi* (*F. verticillioides*) a été subdivisé en 9 espèces exuées et plus de 20 espèces pour lesquelles le stade sexué n'a pas encore été observé (Nirenberg and O'Donnell, 1998 ; O'Donnell et al. 2000).

A la diversité des espèces et à leur phytopathogénicité respective sur maïs, se greffe leur capacité respective à produire des spectres différents de métabolites secondaires, pouvant participer à leur virulence et à leur agressivité vis-à-vis du maïs, ou leur apporter un avantage compétitif sur d'autres microorganismes (champignons, bactéries). Parmi ces métabolites secondaires, certains sont également toxiques pour le bétail, tels que la fumonisine, le DON (Deoxynivalenol), la toxine T2 et la zéaralénone, et sont appelés mycotoxines. En Belgique, de nombreux cas de problèmes de santé sont régulièrement rapportés suite à la consommation de maïs ensilage, bien que la corrélation stricte entre l'origine du problème et les symptômes soient difficilement établie. En Afrique du sud, la consommation de maïs contaminé par des fumonisines produites par *F. verticillioides* a causé une vague de mort parmi les chevaux, atteints de leucoencéphalomalacie (Wilson et al., 1990). Il existe également une forte suspicion de corrélation entre le cancer de l'œsophage chez l'homme et la consommation de maïs contaminé par des fumonisines (Chu and Ly, 1994 ; Rheeder et al., 1992).

Par ailleurs, lors d'une étude exploratoire sur ensilages belges menée en collaboration par la MUCL/BCCM (Drs Munaut et Van Hove), le CARAH et le CIPF, il a été montré que des quantités non négligeables des quatre mycotoxines citées ci-dessus sont retrouvées dans les ensilages au sein desquels aucune souche de *Fusarium* n'a pu cependant être isolée (REM : cette étude préliminaire a justifié la poursuite du travail dans le cadre de ce projet de recherche). Il est établi que les propriétés des ensilages (pH, aérobiose, t°) empêchent la croissance des *Fusariums* spp. producteurs de ces toxines (Scudamore et Livesey, 1998). Les mycotoxines retrouvées sont donc probablement produites au champ.

Une solution aux problèmes de pertes de rendement et de contamination par mycotoxines, dus aux contaminations fongiques du maïs au champ, ne pourra être apportée que par la détermination des paramètres favorisant l'installation de ces champignons et la production de mycotoxines. Or, la connaissance de la distribution des espèces de *Fusarium* présentes sur maïs fourrager en Wallonie, ainsi que leur potentiel mycotoxinogène, est encore très lacunaire. C'est pourquoi, nous proposons d'étudier la dynamique des contaminations fongiques et toxique sur plante de maïs au champ, dans des situations éco-climatiques contrastées.

La détermination des souches de *Fusarium* se fait à la mycothèque de l'UCL (MUCL). La prise en charge pratique des essais au champ est assurée par le CARAH (Centre pour l'Agronomie et l'Agro-industrie de la Province de Hainaut) et le CIPF (Centre Indépendant de Promotion Fourragère). Le dosage des mycotoxines est également effectué au CARAH.

Présentation des essais.

En 2005, 2 essais ont été menés par le CARAH, dans des situations différentes. L'un, situé à Ath, est implanté dans une rotation classique (le précédent cultural est la chicorée). L'autre est situé à Buissenal dans une monoculture de maïs.

Sur base des observations de sensibilité aux fusarioses réalisées dans le réseau en 2004 par le CIPF et le CARAH, 8 variétés de maïs réputées sensibles ou tolérantes, et de précocité contrastées ont été comparées dans les différentes situations.

Ces essais sont disposés en blocs aléatoires complets avec au minimum 3 répétitions. Au sein de chaque bloc, 2 rangs de maïs ont été réservés aux prélèvements d'échantillons et 2 autres rangs ont servi aux observations, au comptage des plants fusariés et à l'évaluation des paramètres de rendement à la récolte. Pour les isolements de *Fusarium* spp. et l'analyse des mycotoxines, 3 variétés de maïs ont été choisies sur base d'observations préliminaires :

- une variété très sensible : Sunday
- une variété moyennement sensible : Baxxos
- Une variété peu sensible : Lukas.

Pour chaque champ, le suivi de la contamination a été réalisé à 4 stades de croissance différents du maïs (floraison, début pâteux, début dessèchement, grain dur \pm 40%MS) et sur différentes parties du plant : les épis (base, milieu et pointe, soies) et les bas de tige, 2 organes sensibles. Chacune de ces parties a été coupée en deux, la première moitié servant aux isolements fongiques et la seconde étant conservée pour les analyses de mycotoxines. D'autre part, des isolements plus ciblés ont été faits au niveau de l'insertion des feuilles, des spathes et des panicules. Sur base des résultats d'isolement, différentes parties de la plante ont été envoyées au CARAH pour analyse des mycotoxines.

Plan des essais

b4	Franki	Franki	Proffi	Proffi	Lukas	Lukas	Lacta	Lacta	Golduval	Golduval	Sunday	Sunday	Baxxos	Baxxos	Baltimore	Baltimore
b3	Franki	Franki	Baltimore	Baltimore	Proffi	Proffi	Lacta	Lacta	Golduval	Golduval	Baxxos	Baxxos	Lukas	Lukas	Sunday	Sunday
b2	Lacta	Lacta	Sunday	Sunday	Lukas	Lukas	Franki	Franki	Baltimore	Baltimore	Proffi	Proffi	Baxxos	Baxxos	Golduval	Golduval
b1	Sunday	Sunday	Lukas	Lukas	Proffi	Proffi	Baxxos	Baxxos	Baltimore	Baltimore	Franki	Franki	Lacta	Lacta	Golduval	Golduval

Date des prélèvements pour mise en évidence de mycotoxines

<i>Stade</i>	<i>Floraison</i>	<i>Début pâteux</i>	<i>Début dessèchement</i>	<i>Récolte - ensilage</i>	<i>Grain pâteux dur</i>
Dates					
Ath	3 août	13 septembre	10 octobre	11 octobre	20 octobre
Buisenal	9 août	9 septembre	5 octobre	6 octobre	12 octobre

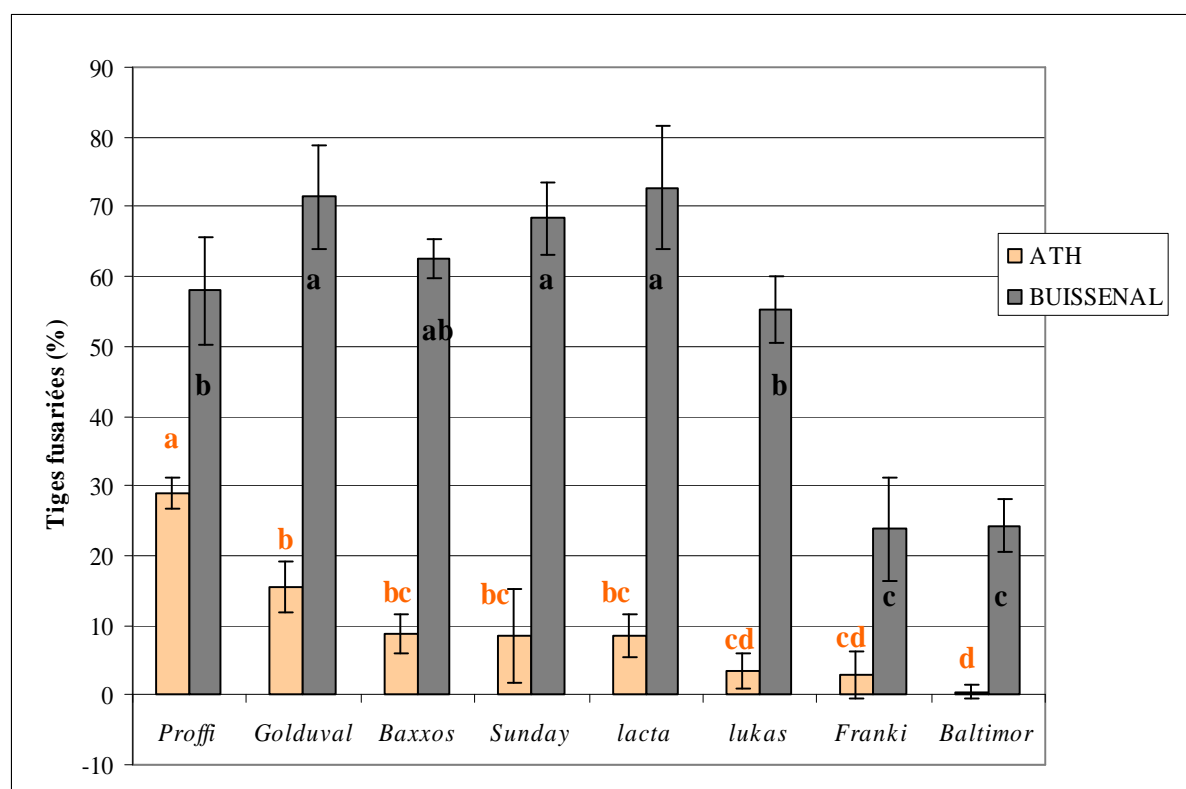
Résultats

Selon nos observations, l'année 2005 a été une année à très forte attaque de *Fusarium* spp.

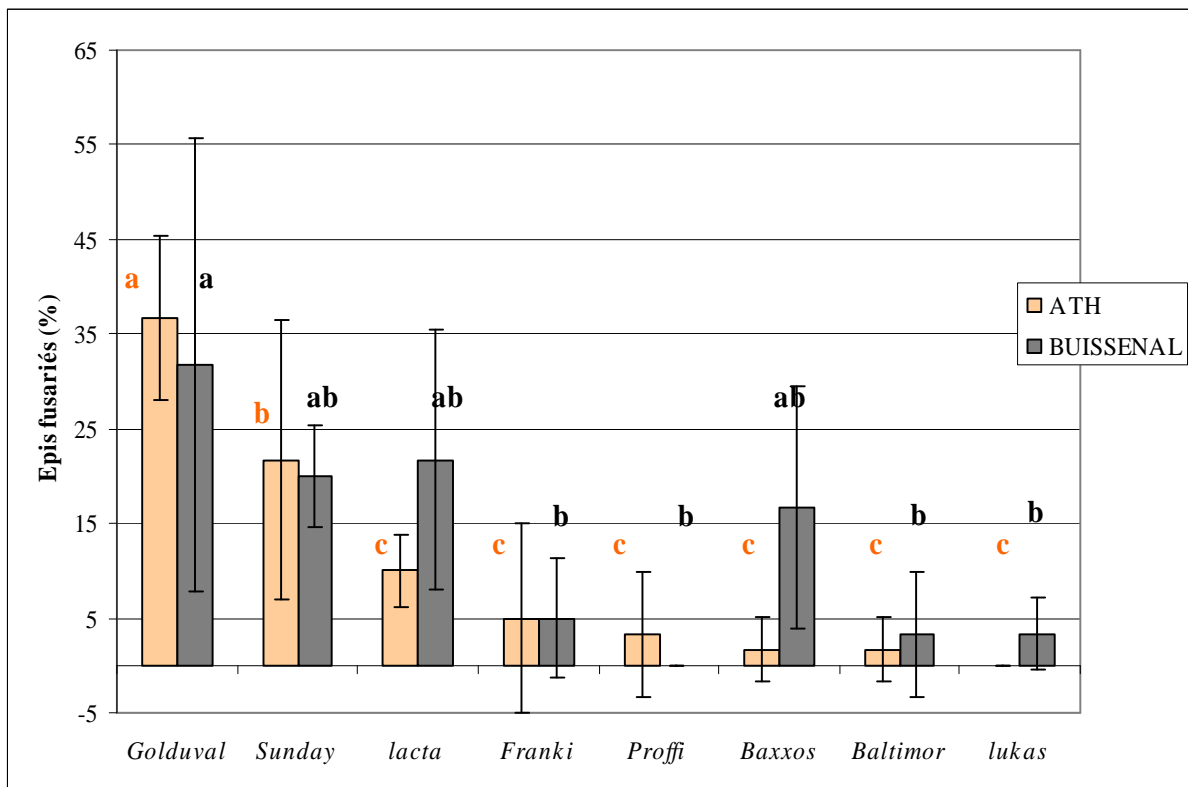
Comptages tiges et épis fusariés

Le nombre de tiges fusariées a été déterminé par un examen visuel des tiges sur un rang de longueur, après passage de l'ensileuse. Les comptages ont été réalisés sur les 4 répétitions.

Le nombre d'épis fusariés a été déterminé sur base de l'examen visuel de 15 épis, en ligne, sur un rang. Les épis ont été dégagés pour permettre l'observation de mycélium sur les grains.



De manière globale, l'essai de Buissenal (monoculture) montre des pourcentages de tiges fusariées nettement plus élevés que dans l'essai d'Ath. Dans l'essai d'Ath, *Proffi* semble être la variété la plus touchée, alors qu'à Buissenal ce sont les variétés *Lacta*, *Golduval* et *Sunday*. Seules les variétés *Franki* et *Baltimor* semblent rester à des niveaux plus bas, et ceci dans les deux situations.



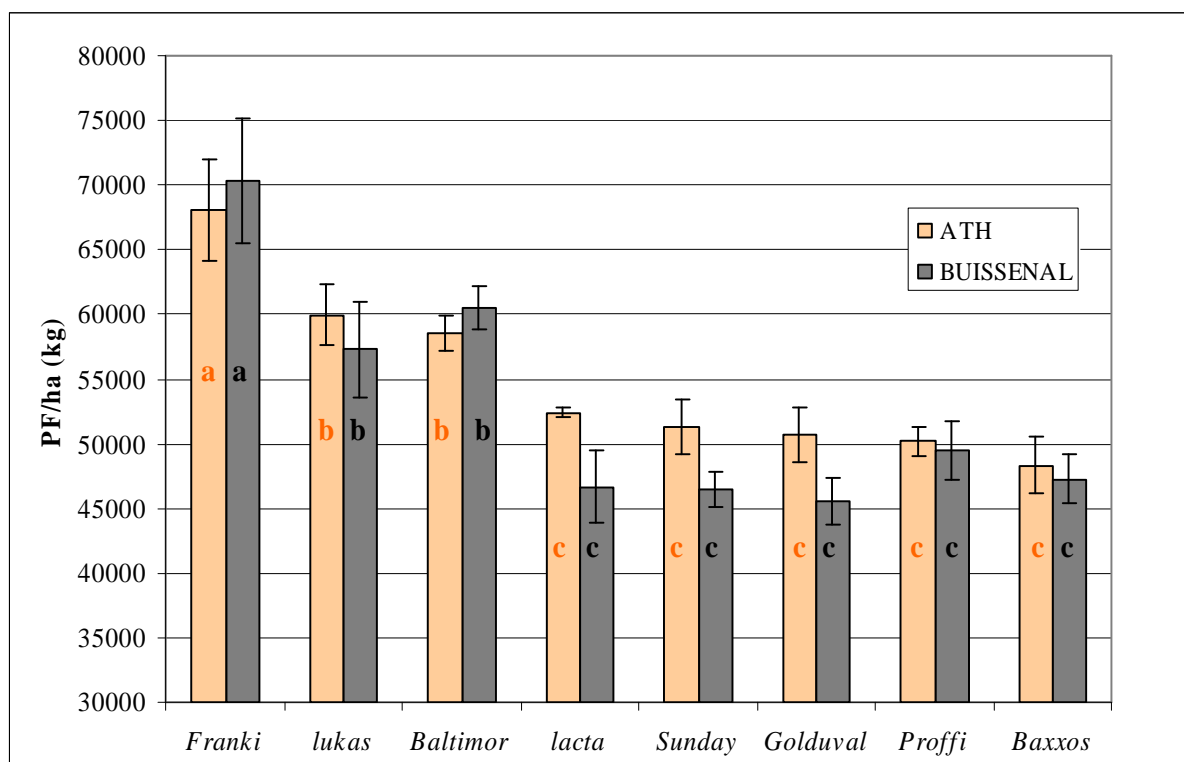
Au niveau du nombre d'épis visuellement fusariés (présence de mycélium), on constate une différence beaucoup moins marquée entre les deux situations que pour le comptage des tiges fusariées. Les variétés les plus touchées à Ath sont *Golduval*, *Sunday* et *Lacta*. Les variétés *Lacta* et *Baxxos* semblent « lacher » dans l'essai en monoculture.

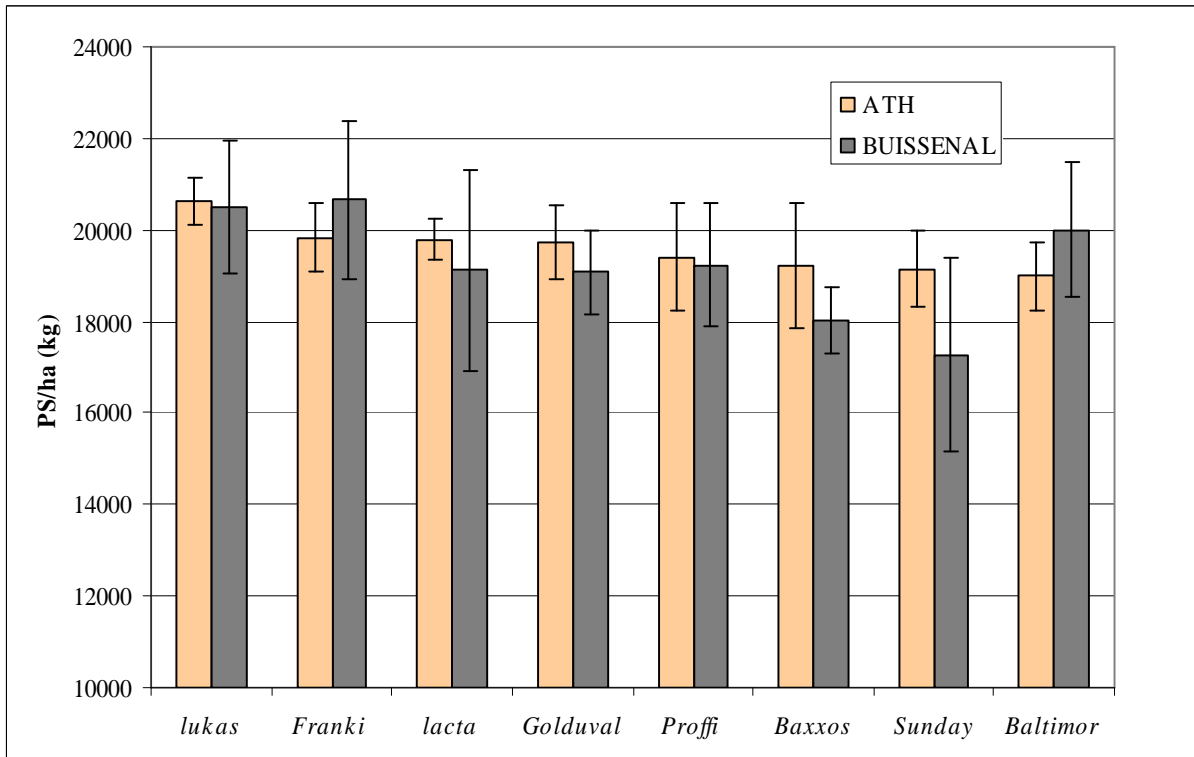
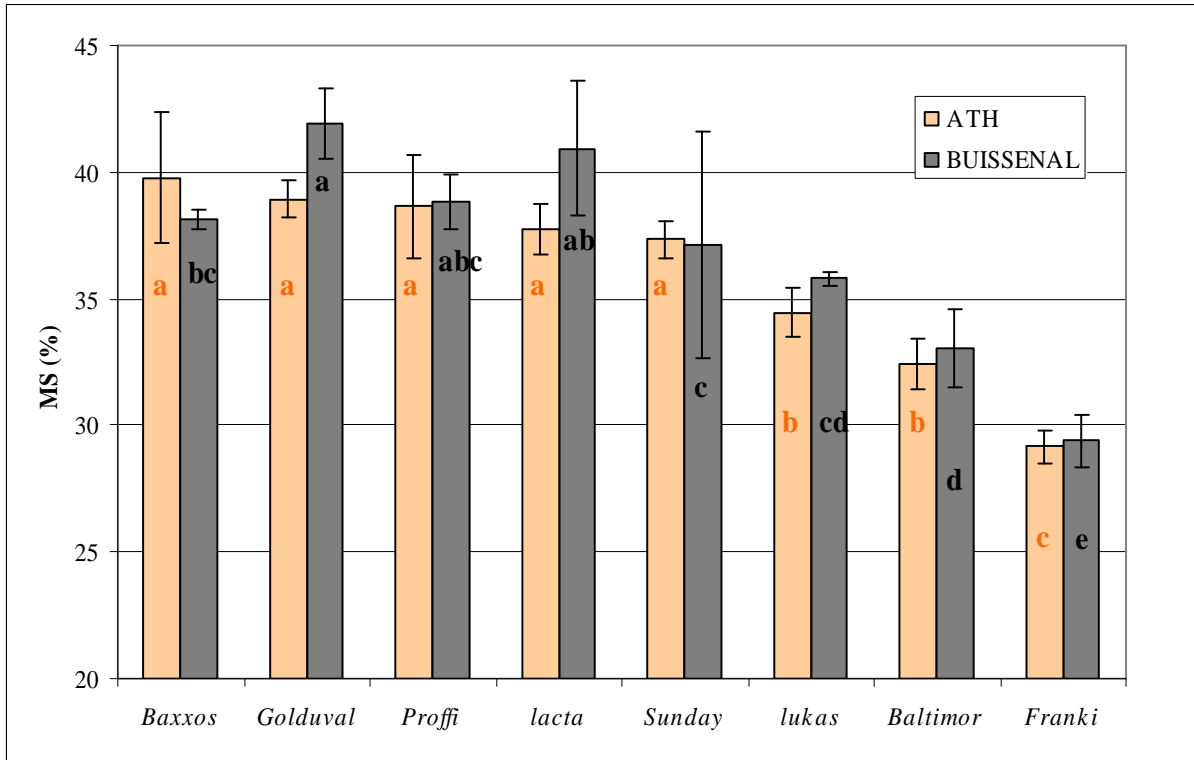
Rendements à la récolte

En terme de poids sec récolté à l'hectare, les valeurs obtenues à Ath sont légèrement plus élevées, mais montrent surtout une moins grande variabilité. A l'exception de *Baltimor*, les variétés montrant peu de tiges fusariées (*Lukas*, *Franki*) se retrouvent en meilleure position. La variété *Baltimor* montre de bon résultats à Buissenal, et c'est aussi elle qui semble le moins affectée par la fusariose de la tige dans cette situation.

Les valeurs obtenues en poids frais à l'hectare vont exactement dans le même sens dans les deux situations : *Franki*, *Lukas* et *Baltimor* viennent en tête.

Concernant les teneurs en matière sèche, les valeurs obtenues à Buissenal sont globalement plus élevées. Dans les deux situations, les variétés *Franki*, *Lukas* et *Baltimor* présentent les teneurs en MS les plus faibles.

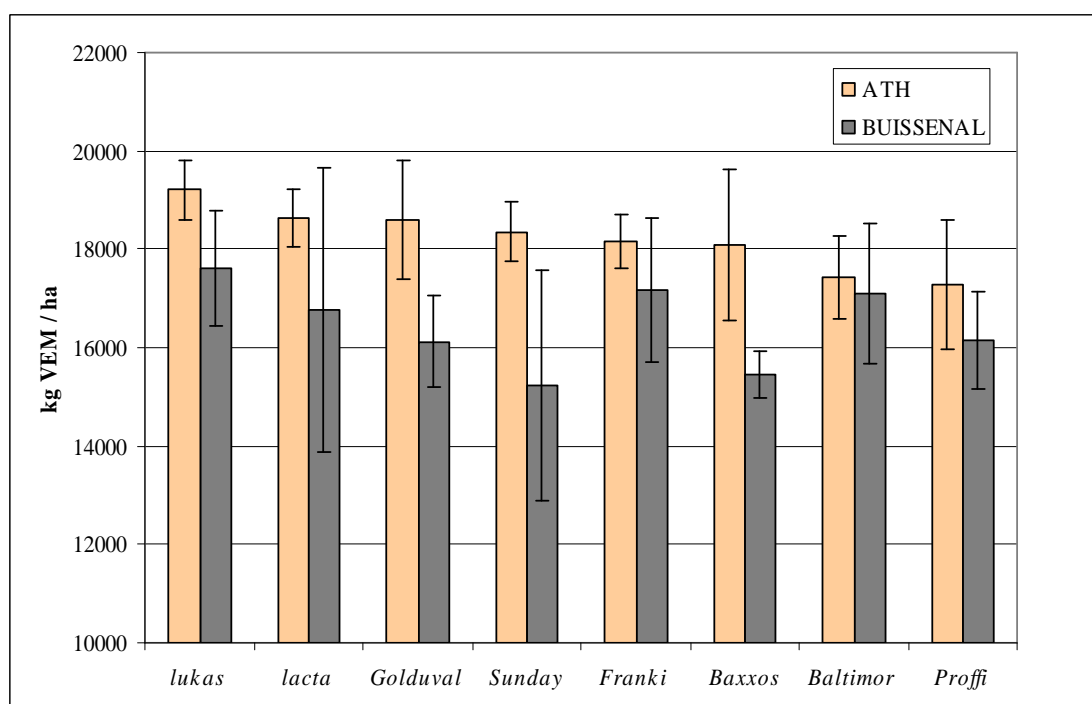
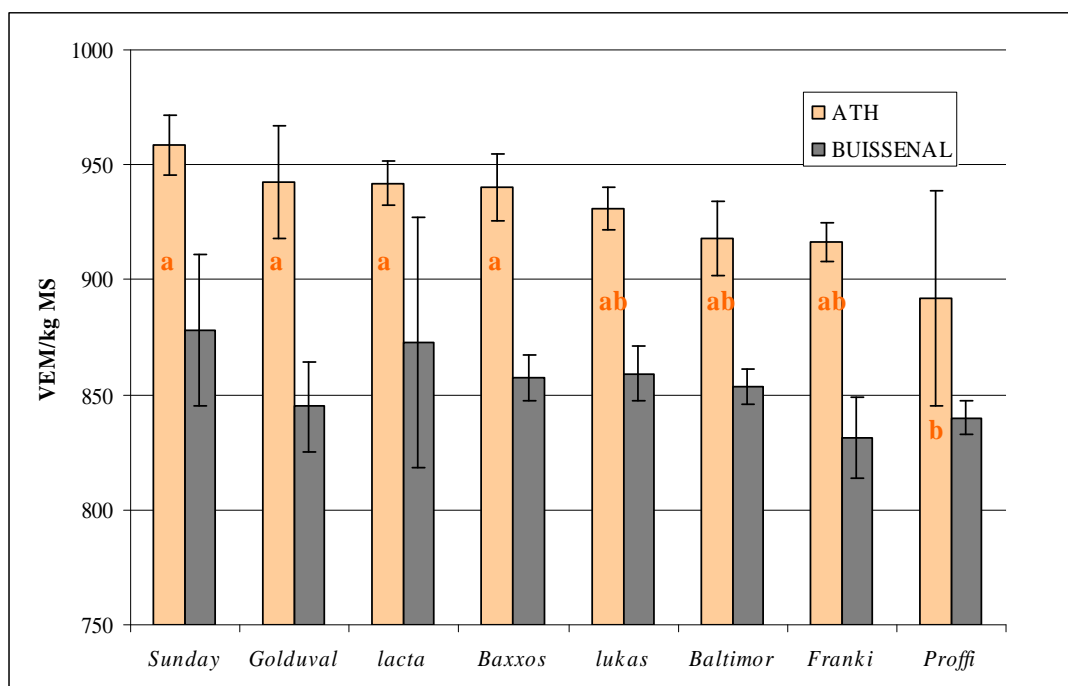




Valeur alimentaire

On constate une différence très nette entre les deux situations. Concernant la valeur alimentaire par kg de matière sèche, les résultats obtenus en monoculture de maïs sont très clairement inférieurs à ceux obtenus à Ath et ceci pour toutes les variétés (-8,1 % en moyenne).

En terme de kgVEM/ha, les résultats obtenus sont très nettement supérieurs à Ath et montrent beaucoup moins de variabilité. Les trois meilleures variétés à Ath sont *Lukas*, *Lacta* et *Golduval*. En situation de monoculture (Buisseuil) les trois meilleures variétés sont *Franki*, *Lukas* et *Baltimor*.



Annexes : résultats bruts et analyses statistiques (ANOVA)

Moyennes ATH

Variétés	PF (kg/ha)	MS (%)	PS (kg/ha)	VEM	kgVEM/ ha	% tiges fusariées	% épis fusariés
Franki	68095	29,2	19832	917	18172	2,9	5,0
Proffi	50190	38,7	19402	892	17296	29,0	3,3
lukas	59952	34,5	20641	931	19213	3,5	0,0
lacta	52429	37,8	19790	942	18645	8,5	10,0
Golduval	50698	38,9	19733	942	18609	15,6	36,7
Sunday	51286	37,4	19155	959	18353	8,6	21,7
Baxxos	48333	39,8	19219	940	18079	8,8	1,7
Baltimor	58571	32,4	18994	918	17440	0,5	1,7

Moyennes BUISSENAL

Variétés	PF kg/ha	MS (%)	PS kg/ha	VEM	kgVEM/ ha	% tiges fusariées	% épis fusariés
Franki	70286	29,4	20654	831	17166	23,8	5,0
Proffi	49548	38,8	19239	840	16154	58,0	0,0
lukas	57286	35,8	20500	859	17609	55,3	3,3
lacta	46643	40,9	19125	873	16767	72,7	21,7
Golduval	45524	41,9	19084	845	16124	71,4	31,7
Sunday	46524	37,2	17276	878	15217	68,4	20,0
Baxxos	47262	38,2	18030	857	15452	62,6	16,7
Baltimor	60524	33,0	20007	854	17089	24,3	3,3

RESULTATS ATH

Var	Rep	PF/ha (kg/ha)	MS (%)	PS/ha (kg.ha)	VEM	kgVEM/ha	% charb.	% tiges fusariées	% épis fusa
Franki	1	70286	28,7	20172	913	18417	10,5	0,0	20,0
	2	64000	29,5	18880	922	17407	10,5	6,4	0,0
	3	72381	28,5	20629	906	18689	3,4	5,4	0,0
	4	65714	29,9	19649	925	18175	4,4	0,0	0,0
Proffi	1	51429	37,6	19337	857	16572	28,1	31,8	0,0
	2	50667	40,1	20317	945	19200	14,5	28,1	13,3
	3	48952	36,3	17770	917	16295	3,2	26,7	0,0
	4	49714	40,6	20184	848	17116	4,6	29,5	0,0
Lukas	1	60762	35,1	21327	940	20048	1,9	5,4	0,0
	2	62857	33,0	20743	928	19249	4,9	0,0	0,0
	3	58286	34,9	20342	919	18694	4,7	3,4	0,0
	4	57905	34,8	20151	936	18861	0,0	5,4	0,0
Lacta	1	52190	38,4	20041	943	18899	5,9	7,4	6,7
	2	52381	38,7	20271	954	19339	1,9	5,2	6,7
	3	52190	37,3	19467	941	18318	1,9	12,7	13,3
	4	52952	36,6	19381	930	18024	3,4	8,8	13,3
Golduval	1	51552	39,2	20214	938,82	18977	0,0	16,4	46,7
	2	50286	37,9	19058	943	17972	0,0	20,3	40,0
	3	52952	39,0	20651	974	20114	3,1	11,7	26,7
	4	48000	39,6	19008	914	17373	0,0	13,8	33,3
Sunday	1	52571	38,3	20135	952	19168	11,1	16,0	40,0
	2	53524	36,6	19590	943	18473	28,3	0,0	13,3
	3	49714	37,0	18394	970	17842	23,8	11,1	6,7
	4	49333	37,5	18500	969	17927	20,0	7,1	26,7
Baxxos	1	47429	40,6	19256	951	18312	26,3	10,7	6,7
	2	48000	43,0	20640	949	19587	10,5	6,9	0,0
	3	51429	38,2	19646	941	18487	13,3	11,8	0,0
	4	46476	37,3	17336	919	15931	11,1	5,8	0,0
Baltimor	1	60190	32,8	19748	916,1	18092	20,0	0,0	0,0
	2	59048	32,5	19190	910	17463	17,6	1,8	0,0
	3	57143	33,4	19086	941	17960	18,6	0,0	0,0
	4	57905	31,0	17950	905	16245	13,0	0,0	6,7

RESULTATS BUISSENAL

Var	Rep	PF/ha (kg/ha)	MS (%)	PS/ha (kg.ha)	VEM	kgVEM/ha	% tiges fusariées récolte	% épis fusariées
Franki	1	63333	29,3	18557	847	15717	15,5	0,0
	2	74476	29,8	22194	845	18754	33,3	0,0
	3	71143	28	19920	812	16175	24,1	6,7
	4	72190	30,4	21946	821	18018	22,4	13,3
Proffi	1	52571	39,7	20871	830	17323	58,1	0,0
	2	47714	37,3	17797	846	15057	51,5	0,0
	3	50000	39,5	19750	839	16570	68,8	0,0
	4	47905	38,7	18539	845	15666	53,7	0,0
Lukas	1	60476	35,8	21650	846	18316	52,4	0,0
	2	52857	35,5	18764	857	16081	60,3	0,0
	3	60190	36,1	21729	859	18665	50,0	6,7
	4	55619	35,7	19856	875	17374	58,3	6,7
Lacta	1	45238	37,5	16964	798	13538	62,7	20,0
	2	45524	42,6	19393	902	17493	84,1	6,7
	3	44952	40,2	18071	868	15686	71,7	40,0
	4	50857	43,4	22072	922	20350	72,4	20,0
Golduval	1	47333	40,9	19359	840	16262	68,9	20,0
	2	43143	41,2	17775	832	14789	71,7	13,3
	3	45333	44	19947	833	16616	81,3	26,7
	4	46286	41,6	19255	874	16829	63,6	66,7
Sunday	1	47143	30,5	14379	847	12179	70,0	13,3
	2	44857	38,7	17360	878	15242	71,7	20,0
	3	48000	40,3	19344	924	17874	71,2	20,0
	4	46095	39,1	18023	864	15572	60,7	26,7
Baxxos	1	47429	37,7	17881	852	15234	65,6	6,7
	2	46095	38,6	17793	861	15320	60,0	20,0
	3	45714	38	17371	869	15096	64,6	6,7
	4	49810	38,3	19077	847	16158	60,3	33,3
Baltimor	1	58476	31,3	18303	846	15484	19,0	0,0
	2	60952	32,9	20053	851	17065	25,0	13,3
	3	60190	32,8	19742	854	16860	27,4	0,0
	4	62476	35,1	21929	864	18947	25,9	0,0

I. ATH

Variable : **FusaTigeAthRec**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2624,968	31	84,676				
VAR.FACTEUR 1	2319,628	7	331,375	25,511	0		
VAR.BLOCS	32,565	3	10,855	0,836	0,49168		
VAR.RESIDUELLE 1	272,776	21	12,989			3,604	37,26%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : F1

NOMBRE DE
MOYENNES

	2	3	4	5	6	7	8
VALEURS DES PPAS	5,302	6,42	7,101	7,591	7,973	8,285	8,549

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
3.0	Proffi	29,016	A				
8.0	Golduval	15,555		B			
4.0	Baxxos	8,786		B	C		
1.0	Sunday	8,563		B	C		
7.0	Lacta	8,52		B	C		
2.0	Lukas	3,541			C	D	
6.0	Franki	2,947			C	D	
5.0	Baltimore	0,455				D	

Variable : **FusaEpiAth**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	6044,435	31	194,982				
VAR.FACTEUR 1	4622,212	7	660,316	12,866	0		
VAR.BLOCS	344,444	3	114,815	2,237	0,11267		
VAR.RESIDUELLE 1	1077,779	21	51,323			7,164	71,64%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : F1

NOMBRE DE

	2	3	4	5	6	7	8
--	---	---	---	---	---	---	---

MOYENNES
 VALEURS DES PPAS 10,539 12,761 14,115 15,089 15,848 16,469 16,993

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
8.0	Golduval	36,667	A		
1.0	Sunday	21,667		B	
7.0	Lacta	10			C
6.0	Franki	5			C
3.0	Proffi	3,333			C
4.0	Baxxos	1,667			C
5.0	Baltimore	1,667			C
2.0	Lukas	0			C

Variable : MS (%)

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	432,694	30	14,423				
VAR.FACTEUR 1	387,131	7	55,304	26,406	0		
VAR.BLOCS	3,675	3	1,225	0,585	0,63526		
VAR.RESIDUELLE 1	41,888	20	2,094			1,447	4,01%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : Mycotox

NOMBRE DE

MOYENNES	2	3	4	5	6	7	8
VALEURS DES PPAS	2,135	2,587	2,863	3,062	3,217	3,343	3,45

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
7.0	Baxxos	39,775	A		
5.0	Golduval	38,927	A		
2.0	Proffi	38,65	A		
4.0	lacta	37,75	A		
6.0	Sunday	37,35	A		
3.0	lukas	34,45		B	
8.0	Baltimor	32,427		B	
1.0	Franki	29,15			C

Variable : **PF/ha**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1372019000	30	45733980				
VAR.FACTEUR 1	1260944000	7	180134900	41,502	0		
VAR.BLOCS	24268540	3	8089515	1,864	0,16719		
VAR.RESIDUELLE 1	86806910	20	4340346			2083,35	3,79%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : Mycotox

NOMBRE DE
MOYENNES

VALEURS DES PPAS 2 3 4 5 6 7 8
3074,17 3724,746 4121,683 4407,533 4630,464 4812,852 4966,954

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0	Franki	68095,24	A		
3.0	lukas	59952,38		B	
8.0	Baltimor	58571,43		B	
4.0	lacta	52428,57			C
6.0	Sunday	51285,71			C
5.0	Golduval	50697,62			C
2.0	Proffi	50190,48			C
7.0	Baxxos	48333,33			C

Variable : **PS/ha**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	26615420	30	887180,8				
VAR.FACTEUR 1	7762426	7	1108918	1,566	0,20227		
VAR.BLOCS	4693576	3	1564525	2,21	0,11742		
VAR.RESIDUELLE 1	14159420	20	707971,1			841,41	4,29%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Variable : **VEM**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	23124,17	30	770,806				
VAR.FACTEUR 1	12002,78	7	1714,683	3,831	0,00854		
VAR.BLOCS	2169,824	3	723,275	1,616	0,21638		
VAR.RESIDUELLE 1	8951,563	20	447,578			21,156	2,27%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : Mycotox

NOMBRE DE

MOYENNES

VALEURS DES PPAS

2	3	4	5	6	7	8
31,218	37,824	41,855	44,758	47,022	48,874	50,439

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
6.0	Sunday	958,5	A	
5.0	Golduval	942,456	A	
4.0	lacta	942	A	
7.0	Baxxos	940	A	
3.0	lukas	930,75	A	B
8.0	Baltimor	918,024	A	B
1.0	Franki	916,5	A	B
2.0	Proffi	891,75		B

Variable : **KgVEM/ha**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	34195480	30	1139850				
VAR.FACTEUR 1	11282970	7	1611853	1,99	0,10729		
VAR.BLOCS	6714810	3	2238270	2,764	0,068		
VAR.RESIDUELLE 1	16197700	20	809885,2			899,936	4,94%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

2. BUISSENAL

Variable : **FusaTigeBuisRec**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	11906,32	31	384,075				
VAR.FACTEUR 1	10957,04	7	1565,291	46,246	0		
VAR.BLOCS	238,493	3	79,498	2,349	0,10062		
VAR.RESIDUELLE 1	710,79	21	33,847			5,818	10,66%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : F1

NOMBRE DE
MOYENNES

	2	3	4	5	6	7	8
VALEURS DES PPAS	8,558	10,363	11,463	12,254	12,87	13,374	13,8

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
7.0	Lacta	72,73	A			
8.0	Golduval	71,351	A			
1.0	Sunday	68,384	A			
4.0	Baxxos	62,633	A	B		
3.0	Proffi	58,015		B		
2.0	Lukas	55,258		B		
5.0	Baltimore	24,312			C	
6.0	Franki	23,843			C	

Variable : **FusaEpiBuis**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	6787,493	31	218,951				
VAR.FACTEUR 1	3620,828	7	517,261	4,686	0,00276		
VAR.BLOCS	848,608	3	282,87	2,563	0,08122		
VAR.RESIDUELLE 1	2318,057	21	110,384			10,506	82,67%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : F1

NOMBRE DE	2	3	4	5	6	7	8
-----------	---	---	---	---	---	---	---

MOYENNES
VALEURS DES PPAS 15,455 18,715 20,7 22,129 23,242 24,153 24,922

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
8.0	Golduval	31,667	A	
7.0	Lacta	21,667	A	B
1.0	Sunday	20	A	B
4.0	Baxxos	16,667	A	B
6.0	Franki	5		B
5.0	Baltimore	3,333		B
2.0	Lukas	3,333		B
3.0	Proffi	0		B

Variable : MS (%)

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	580,567	31	18,728				
VAR.FACTEUR 1	478,37	7	68,339	19,286	0		
VAR.BLOCS	27,786	3	9,262	2,614	0,0772		
VAR.RESIDUELLE 1	74,412	21	3,543			1,882	5,10%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : Mycotox

NOMBRE DE MOYENNES
VALEURS DES PPAS 2 3 4 5 6 7 8
2,769 3,353 3,709 3,965 4,164 4,327 4,465

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
5.0	Golduval	41,925	A				
4.0	lacta	40,925	A	B			
2.0	Proffi	38,8	A	B	C		
7.0	Baxxos	38,15		B	C		
6.0	Sunday	37,15			C		
3.0	lukas	35,775			C	D	
8.0	Baltimor	33,025				D	
1.0	Franki	29,375					E

Variable : **PF/ha**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2411545000	31	77791780				
VAR.FACTEUR 1	2227371000	7	318195800	39,742	0		
VAR.BLOCS	16036350	3	5345451	0,668	0,5845		
VAR.RESIDUELLE 1	168138200	21	8006583			2829,591	5,34%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : Mycotox

NOMBRE DE
MOYENNES

2 3 4 5 6 7 8
VALEURS DES PPAS 4162,489 5040,329 5575,001 5959,707 6259,575 6504,821 6711,978

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0	Franki	70285,71	A		
8.0	Baltimor	60523,81		B	
3.0	lukas	57285,71		B	
2.0	Proffi	49547,62			C
7.0	Baxxos	47261,91			C
4.0	lacta	46642,86			C
6.0	Sunday	46523,81			C
5.0	Golduval	45523,81			C

Variable : **PS/ha**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	97473090	31	3144293				
VAR.FACTEUR 1	38126720	7	5446675	2,397	0,05699		
VAR.BLOCS	11626780	3	3875592	1,706	0,19546		
VAR.RESIDUELLE 1	47719590	21	2272362			1507,435	7,84%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Variable : **VEM**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	22361,5	31	721,339				
VAR.FACTEUR 1	7058	7	1008,286	1,729	0,1559		
VAR.BLOCS	3056,5	3	1018,833	1,747	0,18712		
VAR.RESIDUELLE 1	12247	21	583,191			24,149	2,83%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Variable : **KgVEM/ha**

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	84313110	31	2719778				
VAR.FACTEUR 1	20305080	7	2900726	1,235	0,32817		
VAR.BLOCS	14680900	3	4893635	2,083	0,13188		
VAR.RESIDUELLE 1	49327130	21	2348911			1532,616	9,32%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF