



Développement et tendances des variétés de maïs en Suisse

A. Baux, S. Schürch, J. Hiltbrunner

25 septembre 2012

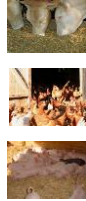
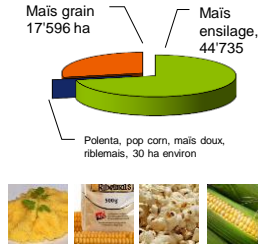


Quelles variétés de maïs pour la Suisse?

- L'étude variétale maïs grain et maïs ensilage en suisse → quels résultats?
- Quelles attentes pour les variétés de demain?
 - résistance à la fusariose
 - résistance à l'helminthosporiose
 - amélioration de la teneur en MOD
- Comment améliorer l'évaluation des variétés → prise en compte de l'effet «environnement»



Quelles variétés de maïs pour la Suisse?



- Amélioration des rendements
- Conservation des qualités agronomiques (verse, résistance aux maladies)
- Précocité et adaptation à la région de production
- Pour l'ensilage : qualité nutritionnelle pour l'ensilage

- Diversité de l'offre (variétés inscrites au catalogue européen)
- Variétés spécifiques pour l'ensilage depuis 1988 (CN suisse)

→ Rôle de la liste recommandée

- sélectionner les meilleures variétés du marché
- les décrire
- proposer des variétés adaptées à un objectif précis (résistance à une maladie, précocité, MOD...)

Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012

Agroscope



Informations données par la liste recommandée

Variétés de MAÏS ENSILAGE pour la récolte 2012

Dans l'ordre de précocité, d'après la matière sèche de la plante au moment de la récolte

Nom de la variété	Type d'hybride	Obtenteur	Inscrite dans le catalogue	Rendement en matière sèche	Digestibilité de la plante entière	Teneur en amidon	Energie nette pour la production de lait (NEL)	Précocité de la plante entière	Vigueur au départ de la végétation	Résistance à la verse	Plantes cassées à la récolte	Châtrage	Helminthosporiose	Densité recommandée (g/m²)
Nord des Alpes														
Groupe précoce (adapté aux zones de culture 1 à 4) - Groupe de précocité FAO 190-210														
DK6 9014	SC	DeKalb	2012	+++	+++	+++	+++	0	++	++	++	++	++	9,5
Ampezzo	SC	Limagran	2010	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	9,5
LG 30.222 ¹	SC	Limagran	2011	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	9,0
Tiago	SC	DSP	2009	+++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	9,0
Poya	TC	DSP	2010	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	9,0
Kontrebass	TC	KWS	2010	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	9,5
Pratitia	SC	DSP	2008	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	9,0
Fabregas	TC	KWS	2009	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	9,0
NK Gitago	SC	Syngenta	2010	++	0	++	++	++	++	++	++	++	++	9,5
Ayrol	SC	Advanta	2009	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++	9,5
Deltop	SC	Syngenta	2004	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	10,5
Casumo	SC	RAGT	2006	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	9,5
Nitro	SC	Advanta (LG)	2012	++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	9,5
Groupe mi-précoce (adapté aux zones de culture 1 à 3) - Groupe de précocité FAO 220-250														
LG 30.218	SC	Limagran	2010	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	10,0
Amadeo	SC	KWS	2006	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	10,0
Ricardinio ¹	SC	KWS	2010	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	9,0

La teneur en MOD est presque aussi importante que le rendement

Une bonne digestibilité ne nécessite pas une forte teneur en amidon

Variétés classées par précocité dans leur série

Information recueillie chaque année pour les variétés en test. Dépend des conditions de l'année

Notations dans les essais variétaux + essai avec infection artificielle

Information fournie par l'obteneur (densité visée)

Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012

Agroscope



Informations données par la liste recommandée

Variétés de MAÏS GRAIN pour la récolte 2012

Données Fondées d'après l'humidité du grain le jour de la récolte														
Nom de la variété	Type d'hybride	Objets test	Inscrite dans la saison	Rendement en grains	Précocité relative au groupe	SMI indice PUF/MUF	Verse au départ de la récolte	en végétation à la récolte	plantes cassées à la récolte	Charbon commun	Verse fusariose	Helmintho. sporifère*	Adapté variétés de culture	Densité recommandée (g/m²)
NORD DES ALPES														
Groupe très précoce et précoce adapté aux zones de culture 1 à 4) - Groupe de précocité FAO 170-210														
Laploria	SC	KWS	2009	+++	très élevé	+++	++	++	++	+	+	+	+++	2,0
Stuard	TC	KWS	2007	0	+++	élevé	++	++	+++	++	0	+	+++	0,0
L.G. 32.12	SC	Debut	2006	++	++	élevé	+	++	++	+	0	++	++	2,5
Laurino	SC	KWS	2011	+++	+	élevé	+	++	+	++	+	+	++	5,5
Birko	SC	RAOT	2001	+	+	moyen	+	++	+	+	+	+	+	10,0
Carand	TC	KWS	2010	++	+	moyen	+++	++	+++	+	0	++	+	9,5
L.G. 30.22 ²	SC	Limagran	2011	+++	0	moyen	++	++	+++	++	+	0	+++	9,5
Ludox	SC	RAOT	2011	++	0	moyen	+	+++	+	++	+	+	+	9,5
SL Silvano	SC	Saatbau Luz	2011	++	0	bas	+	++	+++	++	+	0	++	
Groupe mi-précoce adapté aux zones de culture 1 à 4) - Groupe de précocité FAO 210-230														
NK Cooler	TC	Sargenta	2011	+++	0	élevé	+++	0	++	++	+	+	+	9,0
Bicardino ¹	SC	KWS	2009	+++	+++	moyen	+	++	++	0	++	0	+	9,0
ES-Progress	SC	Euralis	2009	++	++	élevé	+	+	0	++	+	+	++	9,5
L.G. 32.20 ¹	SC	Limagran	2010	++	++	moyen	++	++	+	++	0	0	++	10,0
NK Top	SC	Sargenta	2010	++	+	moyen	+	+	+	+	0	0	++	9,5
DKC 2560	SC	Debut	2007	++	0	moyen	++	++	++	+++	0	0	+	9,5
Farmoso	SC	Limagran	2011	+++	0	très élevé	+	++	+	0	++	++	+	9,0

Important pour l'alimentation des porcs. Dépend du milieu mais surtout de la variété

Variétés classées par précocité dans leur série

Information recueillie chaque année pour les variétés en test. Dépend des conditions de l'année

Notations dans les essais variétaux + essai avec infection artificielle

Information fournie par l'obteneur (densité visée)



Critères de sélection pour l'inscription

ENSILAGE	Teneur en MOD	Rendement	Précocité (Teneur MS)	Vigueur au départ	Verse végétation	Verse récolte	Plantes Cassées	Charbon
Pondération	0.4	0.5	1.25	0.5	0.25	0.75	0.75	0.25
GRAIN	Rendement	Précocité (Teneur MS)	Vigueur au départ	Verse végétation	Verse récolte	Plantes Cassées	Charbon	Fusariose
Pondération	1.0	2.5	0.5	0.25	0.75	0.75	0.25	0.25

En comparaison à la moyenne des deux meilleures variétés « standards » et pour chacun des groupes de précocité

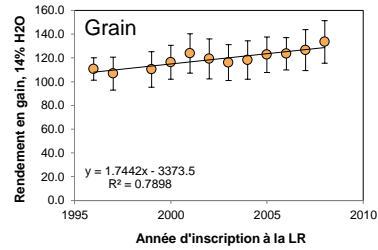
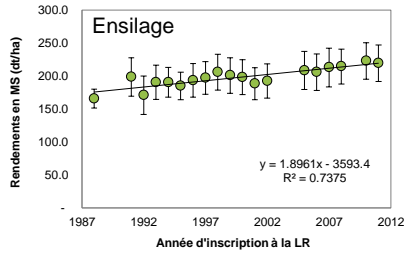
→ La pondération permet de considérer l'importance relative de chacun des critères

→ Une pondération par « lieux » permet de moduler le poids de la verse et des maladies en fonction de l'occurrence dans les essais sur les différents sites





Rendements en grain et ensilage – ex: séries mi-précoces



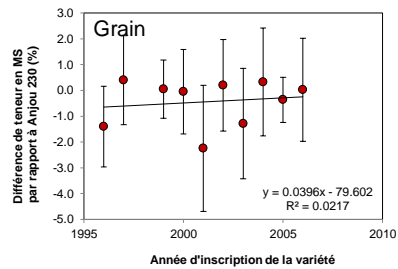
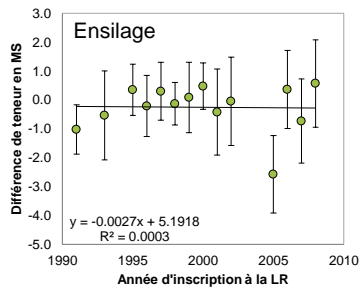
Les rendements des variétés de maïs grain et ensilage ont augmenté de près de 2q/année d'inscription

Agroscope

Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012



Précocité des variétés du groupe mi-précoce



Ensilage : valeur relative par rapport *Attribut*

Grain: valeur relative par rapport à *Alibi Anjou 230*

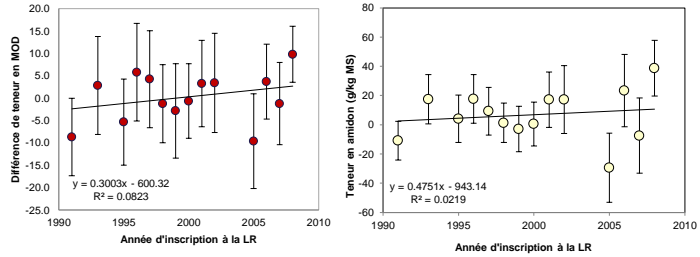
On souhaite **maintenir le niveau de précocité** correspondant à la moyenne de la série

Agroscope

Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012



Evolution de la qualité du maïs ensilage



valeur relative par rapport à la variété *Attribut* (variabilité entre années)

La qualité est très variable selon le lieu et l'année. En règle générale, elle s'améliore avec les nouvelles variétés.

On observe une **forte variabilité** des teneurs en amidon et en MOD

Agroscope

Alice Baux et al. / Agroscope
25 septembre 2012

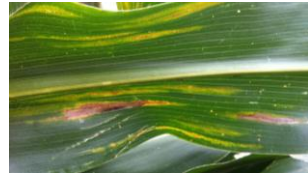


Rechercher des résistances aux maladies

Helminthosporiose

Pas de traitement: besoin d'exploiter les résistances des variétés dans les régions où la maladie peut se développer

Notations prenant en compte la précocité



Sorte:	HT-Note:
Labeli CS	1.1
PR38A24	1.3
DKC5276	1.4
PR37N01	1.5
Rituel	1.6
PR35F38	2.7

Sorte:	HT-Note:
Alento Anjou 290	1.4
Maxis	1.5
PR34N43	1.7
DKC 4372	1.7
PR34B39	1.7
Benicia	1.7

Sorte:	HT-Note:
PR38Y34	1.9
DKC 3420	1.9
Grosso	2.4
KXA 9361	2.4
PR39T45	3.1

Sorte:	HT-Note:
Ciclix	2.3
DK 287	2.4
Deltop	2.6
Delcampo	2.7
NK Gitago	2.7
LG 30.222	2.7
NK Silotop	2.9
DKC 3014	2.9
Cassilas	3.0
Birko	3.2

Sorte:	HT-Note:
Taxcoa	3.2
NK Sigmund	3.2
Avitro	3.3
Ceresia	3.4
Ludix	3.4
Pierox	3.9
Fadeo	3.9
Sphinx	3.9
Farmoso	4.2
LG 30.225	4.4
LG 30.218	5.1

Sorte:	HT-Note:
Coxximo	2.3
Avixxene	2.9
Geox	3.4
NK Cooler	3.7
Ansyl	3.7
LG 32.58	3.8
Millesim	3.8
NK Top	3.9
Severo	3.9
LZM 159/51	4.1

Sorte:	HT-Note:
NK Cassio	4.3
DKC 2960	4.6
Marcello	4.7
Amadeo	4.9
LG 32.20	4.9
SL Silvano	5.0
Ricardinio	5.3

Sorte:	HT-Note:
Kontrebass	2.9
Fabregas	3.3
Ronaldino	3.3
Poya	3.8
Laurino	3.9
Nitro	4.2
Tiago	4.3

Sorte:	HT-Note:
Pralinia	4.2
Padrino	4.3
Ampezzo	4.3
ES-Progress	6.1

Sorte:	HT-Note:
LG 32.12	4.7
Stuard	4.7
Lapriora	7.7

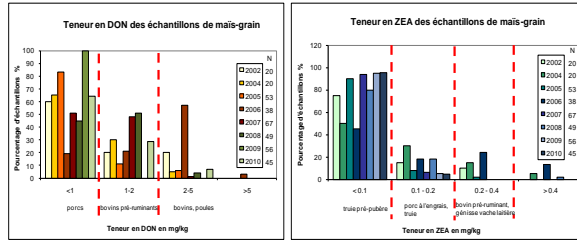
Agroscope



Rechercher des résistances aux maladies

Fusarioses et mycotoxines

- Monitoring chez les agriculteurs
- Analyses mycotoxines essais variétaux
- infection artificielles pour les variétés en 2^{ème} année d'essais ou inscrites



Source des données:
Enquêtes mycotoxines
Agroscope Liebefel-Posieux

Agroscope

Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012



Définition de la méthode d'évaluation

- Deux méthodes d'inoculation
- Analyse visuelle des épis
- Dosage des mycotoxines

Inokulation in die Körner

Inokulation in den Narbenfadenkanal

Infection Level	Percentage
1	0%
2	1-3%
3	4-10%
4	11-25%
5	26-50%
6	51-75%
7	76-100%

Legend: GIRDLED (black), NOT GIRDLED (white)

Deoxynivalenol (DON)

Zearalenon (ZEA)

Fumonisine (FUM)

Ried *et al.*

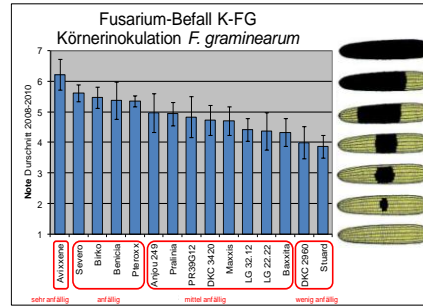
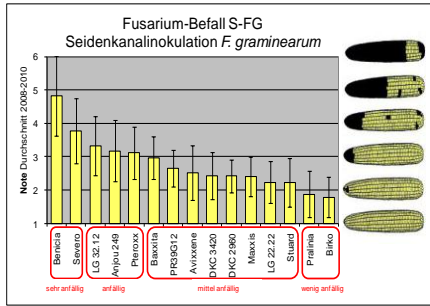
Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012

Agroscope



Résultats : sensibilité variétale?

- 3 ans, 15 variétés
- Différences significatives
- Sensibilité des variétés dépend de la méthode d'inoculation



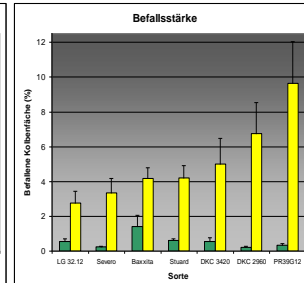
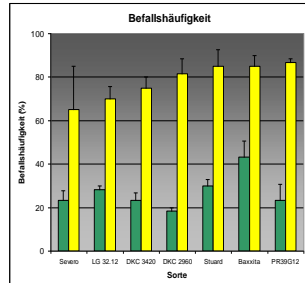
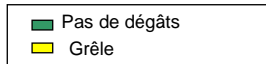
Agroscope

Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012



Résultats: conséquences de blessures

Grangeneuve – essai variétal – dégâts de grêle le 23 juillet 2009

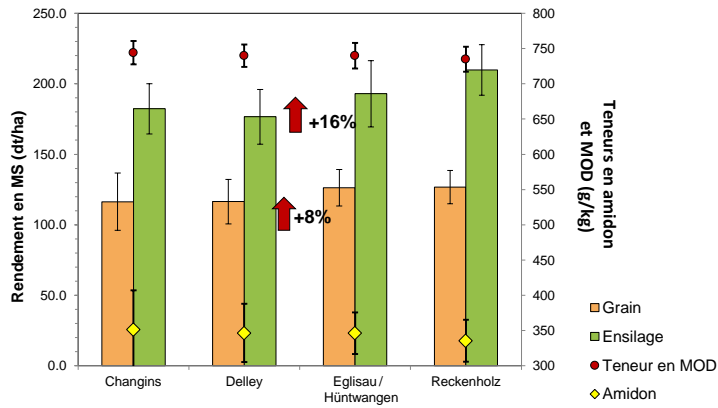


Agroscope

Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012



Variabilité régionale des rendements et de la qualité



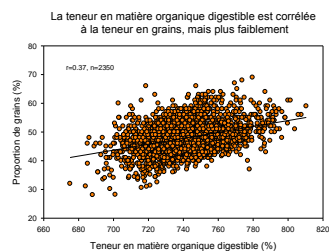
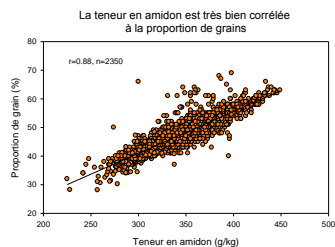
Données de l'étude variétale de 1993 à 2009, variétés de grain et d'ensilage, séries mi-précoce

Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012



Evaluation de la qualité du maïs ensilage

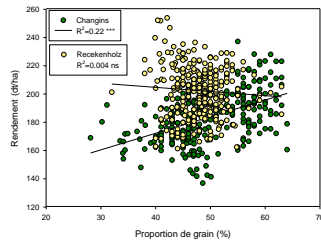
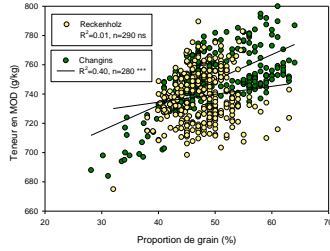
- Plusieurs paramètres sont évalués: **Teneurs en amidon, fibres, protéines et matière organique digestible**
- L'estimation par **NIRS** (*Near Infra Red Spectroscopy*) permet de traiter un grand nombre d'échantillons
 - ✓ Calibrage basé sur les mesures enzymatiques Elos
 - ✓ Assez bonne corrélation avec les résultats *in vivo*
 - ✓ Pas de modification de la MOD lors de l'ensilage, à condition d'avoir atteint une teneur en MS de 25% minimum (Andrieu, 1985)



Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012



Variabilité régionale des rendements et de la qualité



Les sites de Changins et Reckenholz sont très différents :

•**Changins** : étés chauds et secs, plantes sont plus petites, les rendements plus faibles

•**Reckenholz** : pluies plus abondantes toute l'année, moins chaud. On y atteint le stade optimal de récolte 2 à 4 semaines plus tard

→ A Changins, la proportion de grain est corrélée positivement avec la MOD et le rendement

→ À Reckenholz, la proportion est plus faible et n'est pas corrélée à la MOD ou au rendements

Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012



Effets du climat sur la qualité du maïs ensilage

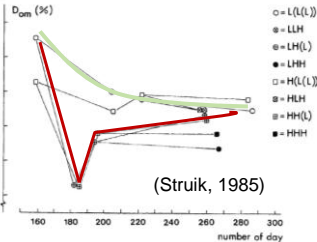
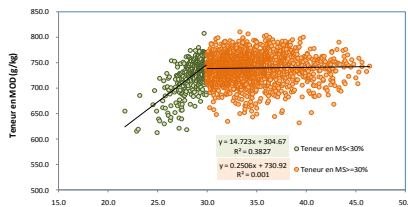


Fig. 2. Development over time of the whole-plant digestibility of the organic matter (D_{om}) for all temperature treatments.

L'humidité à la récolte influence négativement la MOD

Le **développement** de la plante est fortement conditionné par la **température**.

A faible température, la MOD est relativement constante,

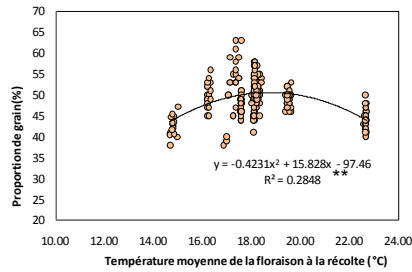
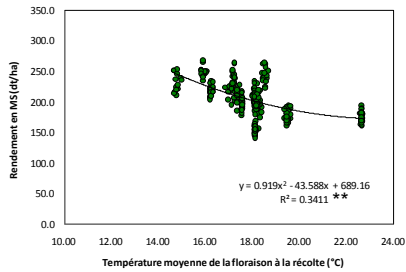
A température plus élevée, la diminution de la digestibilité des parties végétatives est plus importante, elle est ensuite compensée par la croissance de l'épi

→ La MOD finale n'est pas forcément réduite par les températures élevées

Alice Baux *et al.* / Agroscope
25 septembre 2012



Effets de la température sur les rendements



Essais variétaux de maïs ensilage Reckenholz et Eglisau 2003-2009

• Les rendements obtenus à Reckenholz et Eglisau diminuent avec les températures moyennes après floraison.

• Aucune relation n'a pu être mise en évidence avec la disponibilité en eau

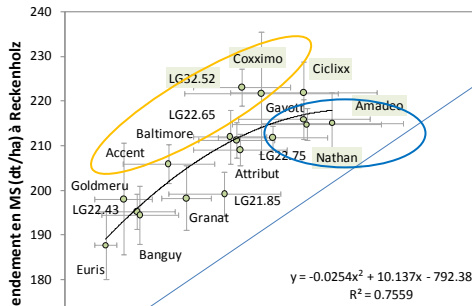
• A Changins, les températures plus élevées pourraient expliquer les rendement plus faibles (-16%)

• De moins grandes différences sont observées pour le maïs grain (-8%)

• La proportion de grain augmente avec la température, jusqu'à 20°C



Choix d'une variété pour un environnement donné



Les rendements sont meilleurs à Reckenholz mais les variétés récentes sont les plus performantes dans les deux sites

Peut-on lier certaines caractéristiques variétales à la réussite en différents lieux ?

	Rendement	MOD	Amidon	cellulose	Fibres totales	protéines	%grain
Accent	++	+++	-	+++	+++	-	-
Coxiximo	++	-	++	++	+++	++	++
Rendement LG 32.52	+++	-	-	++	+++	+++	+
Variétés performantes à Reckenholz	++	+	-	+++	+++	-	-
Amadeo	++	+	+++	-	-	++	+++
Gavott	++	+	+++	-	-	+++	-
Nathan	++	+	+++	-	-	++	++
Variétés performantes à Changins	++	+	++	-	-	+++	++

Alice Baux et al. / Agroscope
25 septembre 2012



Conclusions

- La mise en valeurs de 20 ans d'étude variétale a montré des progrès significatifs, notamment pour le rendement et pour la qualité.
- Actuellement, l'étude variétale permet de trouver les **meilleures variétés « en moyenne »** mais les sites suisse sont très contrastés
- Les tendances pour le futur sont :
 - De proposer des variétés plus résistantes aux maladies grâce à différentes techniques d'évaluation
 - D'améliorer la qualité
 - De s'adapter à l'évolution du climat et de proposer les variétés les mieux adaptées par région en exploitant l'interaction génotype X environnement