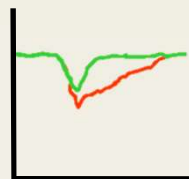
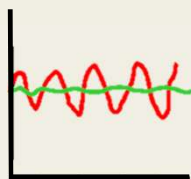
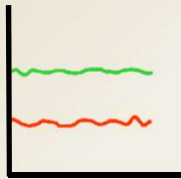


Resilience and adaptation of forage systems to climate change

Résilience et adaptation des systèmes fourragers aux changements climatiques



Valentin D. Picasso

professeur adjoint au département
d'agronomie
University of Wisconsin – Madison

COLLOQUE SUR LES
PLANTES FOURRAGÈRES
20-02-2020, Saint-Julie,
Québec, Canada



Prairies naturelles en Uruguay





Plan de la présentation

- Durabilité, résilience et stabilité
- Stratégies d'adaptation :
 - Cultivars résilients
 - Espèces résilientes
 - Mélanges fourragers
 - Gestion de la récolte et du pâturage
 - Rotations de cultures incluant des fourrages
 - Espèces fourragères pérennes et cultures céréalières à deux fins
- Les changements climatiques : opportunités pour les cultures fourragères

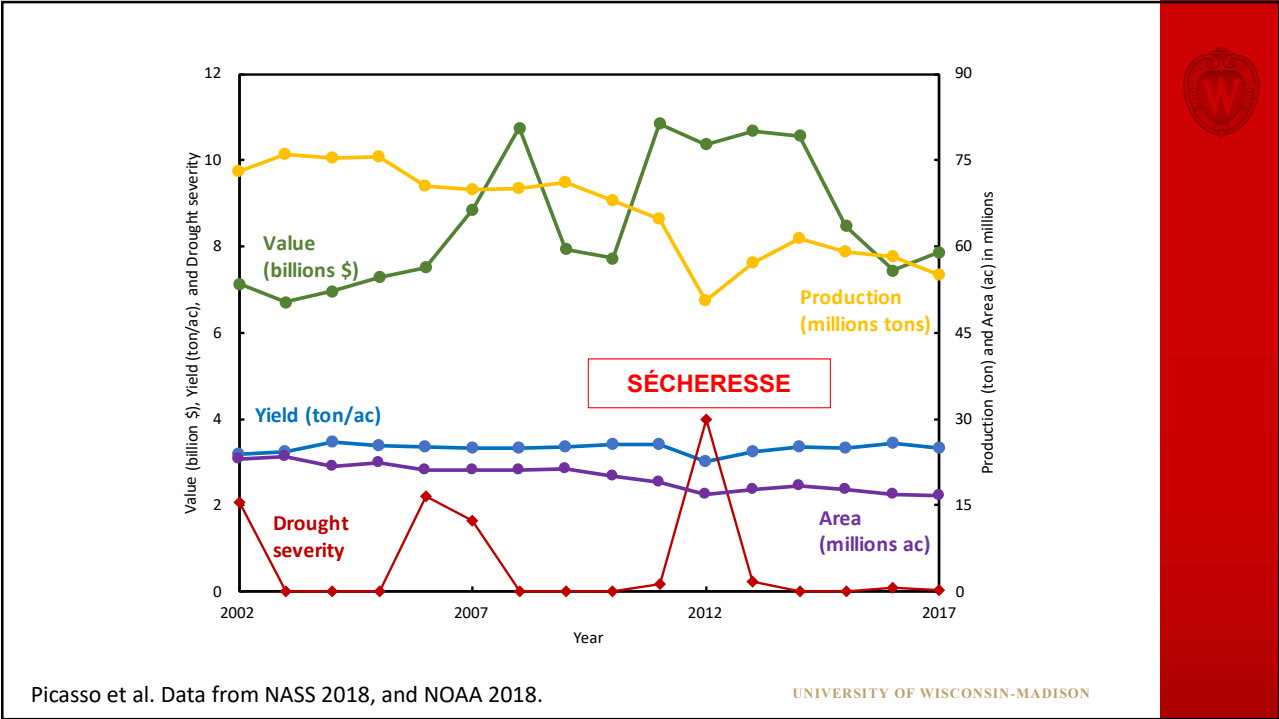
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Caractéristiques de l'agriculture durable

- Productivité : rendements élevés
- Profitabilité : revenus élevés
- Efficience : peu d'intrants
- Stabilité : variabilité faible
- Résilience : résiste aux périodes de crise
- Flexibilité : adaptable
- Services environnementaux (sol, eau, gaz à effets de serre, biodiversité) : protection et amélioration de l'environnement pour les générations futures
- Équité : acceptabilité sociale

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



UNITÉ
INDIVISIBILITÉ
DE LA
RÉPUBLIQUE
LIBERTÉ
ÉGALITÉ
FRATERNITÉ
OU LA
MORT

UNITÉ
INDIVISIBILITÉ
DE LA
DURABILITÉ :
PRODUCTIVITÉ
STABILITÉ
RÉSILIENCE
(OU LA
MORT)

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Productivité, stabilité et résilience

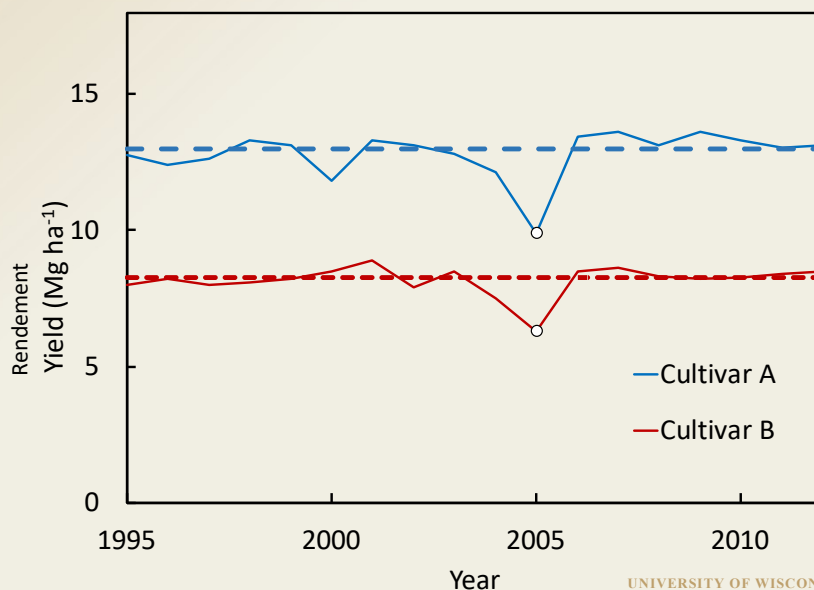
- La productivité est égale au rendement moyen sur une période de temps donnée.
- La stabilité est la variabilité minimale du rendement dans le temps, en conditions normales.
- La résilience est la capacité à supporter une crise, une perturbation ou un choc de court terme, comme une sécheresse.

Elle comporte deux dimensions :

- **Résistance** : capacité de l'espèce végétale à rester productive pendant la perturbation
- **Capacité de récupération** : capacité de se remettre d'une période critique (et vitesse de cette récupération).

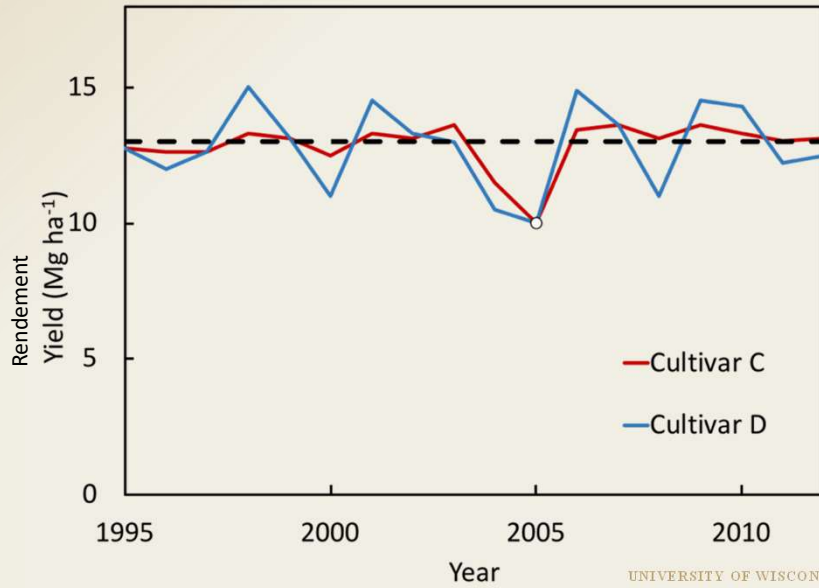
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Productivité

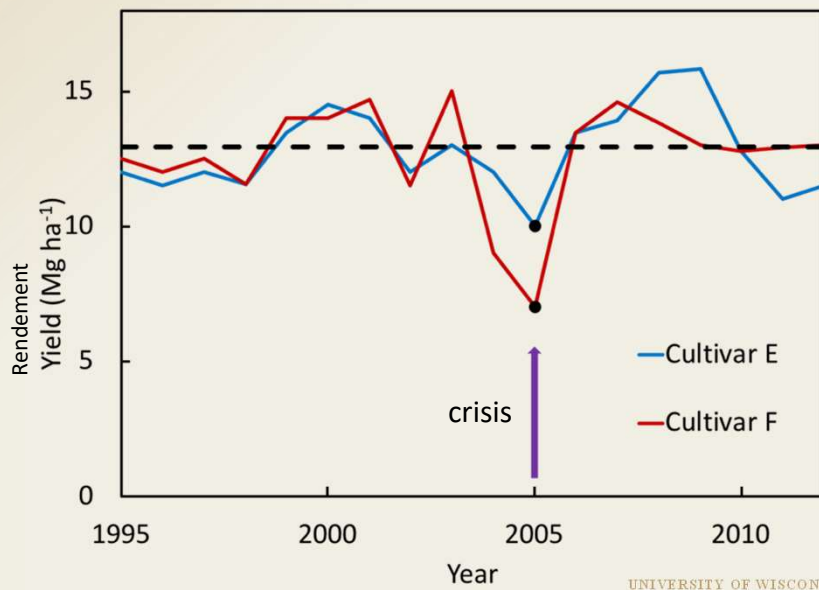


UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

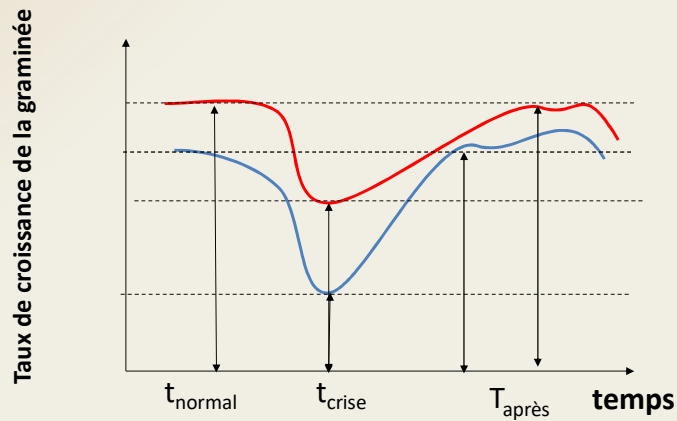
Stabilité



Résilience



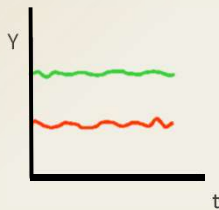
Résistance et capacité de récupération



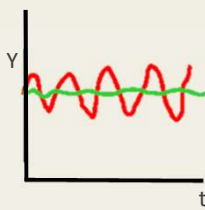
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Résumé des définitions

Productivité
= rendement
moyen



Stabilité
= moyenne / erreur-
type



Résilience
= minimum / moyenne



UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Stratégies pour augmenter la résilience et la stabilité en production fourragère



- Cultivars résilients
- Espèces résilientes
- Mélanges fourragers
- Gestion de la récolte et du pâturage
- Rotations de cultures incluant des fourrages
- Espèces fourragères pérennes et cultures céréalières à deux fins

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Existe-t-il des cultivars de luzerne plus résilients que d'autres?



- 679 cultivars de luzerne dans 1060 essais publics, de 1995 à 2013, sur 86 sites répartis dans 11 États américains (IA, IL, IN, KS, MI, MN, NE, NY, OH, PA, WI) et en Ontario (Canada).
- 25 sites ayant subi des années de crise évaluées sur plus de 11 années consécutives.
- 84 cultivars évalués à plus de 3 sites.



UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Année de crise

- Année au cours de laquelle les rendements ont été significativement plus bas pour la plupart des cultivars de l'ensemble d'un essai.
- Les données météorologiques ont été analysées pour identifier la cause de la crise (indice de sévérité de sécheresse de Palmer)
- 80 % des sites ont subi des années de crise sous forme de sécheresse.



UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Y a-t-il des différences entre les cultivars?

Cultivar	L	Productivity		Stability		Resilience	
		P<0.01		P<0.01		P<0.01	
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
631	4	14.2	0.7	40	5	<u>0.64</u>	0.04
5312	13	14.1	0.7	72	3	0.62	0.03
6415	8	<u>15.7</u>	0.7	46	4	0.57	0.03
ABUNDANCE	5	14.5	0.7	37	5	<u>0.62</u>	0.03
DK127	4	13.9	0.8	41	5	<u>0.64</u>	0.04
GENOA	5	15.3	0.7	39	5	0.55	0.03
ONEIDAVR	12	13.5	0.7	<u>75</u>	3	0.62	0.03
REBOUND50	5	<u>15.7</u>	0.7	41	5	0.56	0.03
STARBUCK	4	14.9	0.7	49	5	<u>0.63</u>	0.03
VERNAL	20	13.1	0.7	<u>69</u>	3	0.62	0.03
WL357HQ	9	<u>15.7</u>	0.7	32	4	0.57	0.03

Picasso et al. 2019

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

La résilience est-elle associée à la productivité ou à la stabilité?



	Stabilité	Résilience
Productivité	NS	-0,58
Stabilité		NS
Résilience		

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

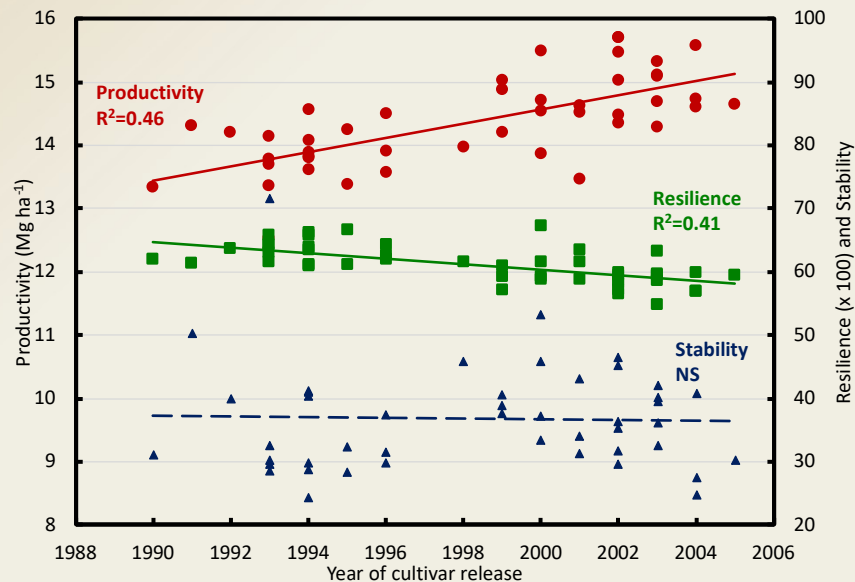
La résilience est-elle associée à des caractéristiques de résistance au stress?



	Stabilité	Résilience	Survie à l'hiver	Résistance aux maladies
Productivité	NS	-0,58	NS	0,30
Stabilité		NS	NS	-0,56
Résilience			NS	NS

Picasso et al. 2019

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Picasso et al. 2019

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Conclusions

- Les cultivars de luzerne diffèrent en stabilité et en résilience; il est possible d'identifier des cultivars supérieurs pour chaque variable.
- Résilience et stabilité représentent deux dimensions différentes des performances à long terme des cultivars, et sont associées à des caractéristiques différents.
- Des essais coordonnés sur plusieurs sites sont proposés afin d'améliorer la résilience de la luzerne dans le futur.



Published online February 1, 2019

RESEARCH

Resilience, Stability, and Productivity of Alfalfa Cultivars in Rainfed Regions of North America

Valentin D. Picasso,* Michael D. Cadde, and Dan Undersander

ABSTRACT
Resilient, stable, and productive forage systems are needed to address increasingly frequent climatic extremes. Resilience is the ability of a forage system to withstand a climatic crisis with high yields, stability is the internal variability of yields across normal years, and productivity is the average yield across normal years. The goal of this research was to quantify resilience, stability, and productivity of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars to identify superior ones. Forage test means from alfalfa cultivars from 11 US states and one Canadian province over 19 yr (1996–2015) were analyzed using linear mixed models. Locations with an extreme crisis year were identified, and quantitative measures for resilience and stability for each cultivar were calculated. Productivity, stability, and resilience were different among cultivars across locations, showing that some cultivars were consistently superior for each variable. Cultivar stability was not associated with productivity, and it was negatively associated with disease resistance. Cultivar resilience was negatively associated with productivity, and not associated with other traits. Cultivar productivity has increased with year of release of cultivar, stability has not changed, and resilience has decreased. Therefore, stability and resilience are different dimensions, separate to productivity traits. A coordinated evaluation effort across locations is needed to test and improve cultivar resilience in the future, and develop alfalfa cultivars more profitable for the long term.

INTRODUCTION
Climate change is a major challenge for agriculture and food security. Historical climate trends and future model projections have shown that climate variability is increasing at global and local scales (IPCC 2013). For the midwestern United States, for instance, by 2070, rainfall is expected to increase on average by 20 to 100 mm, whereas consecutive dry days will increase by 1 to 3 d (Dobson et al. 2014). Therefore, more frequent water excesses and deficits are expected (Diaz et al. 2012), which would affect agriculture in general and forage production in particular. Sustainability of agricultural systems involves economic, social, and environmental dimensions and can be evaluated by various attributes, such as productivity, efficiency, stability, resilience, reliability, adaptability, equitability, and autonomy among others (Matten 1988; López-Rodríguez et al. 2005; Urrutia et al. 2016). These attributes of sustainability can be evaluated at various hierarchical levels in the agroecosystem, including landscape, farm or cropping system, community, or individual crop species (Matten 1988; Oliver et al. 2015). In the face of increased climate variability, it is particularly relevant to focus on those attributes that reflect the performance of agricultural systems in the long term, such as resilience and stability. In fact, resilient and stable forage production is needed to reduce increasingly frequent climatic crises such as drought or floods (Tracy et al. 2016). Most research on forage has historically focused on maximizing productivity (i.e., the average forage dry matter biomass yield per unit of land per year; Barnes and Collins 2002); it

Val D. Picasso, M.D. Cadde, and D. Undersander, Dep. of Agronomy, Univ. of Wisconsin-Madison, 153 Linden Dr., Madison, WI 53706; M.D. Cadde, USDA Dairy Forage Research Center, 1923 Linden Dr., Madison, WI 53706; Received 8 June 2018; Accepted 26 Nov. 2018. *Corresponding author (picasso@wisc.edu). Assigned to Associate Editor Catherine Seglin.

© Crop Science Society of America | 5083 Guilford Rd., Madison, WI 53711 USA
This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC-ND 4.0 International license. See <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

CROP SCIENCE, VOL. 50, MARCH-APRIL 2019 [WWW.CROPLINK.ORG](http://www.croplink.org) 1

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Recherches en cours

- Subvention USDA-NIFA-AFRP, 2018-2021 (WI, MN, CA, FL)
 - Élargir et mettre à jour la base de données nord-américaine sur les essais de variétés de luzerne avec de nouveaux cultivars.
 - Essais au champ visant à mesurer la résilience des cultivars de luzerne aux stress hydriques et au froid, et à identifier les caractéristiques associés à la résilience.
 - Modéliser les rendements de cultivars de luzerne suivant un large spectre de scénarios climatiques.
- Base de données internationale sur la résilience de la luzerne (Uruguay, Argentine, Chili...)
- Autres espèces fourragères ou de grandes cultures (fétuque élevée, panic érigé, avoine...)



Caractéristiques pertinentes

- Survie à l'hiver
- Tolérance à la chaleur
- Tolérance à la sécheresse
- Tolérance aux inondations

- Résistance aux insectes et aux maladies

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Amélioration génétique des fourrages en Amérique du Nord

Québec, Canada

- Luzerne et trèfle rouge : tolérance au froid et résistance aux maladies
- Timothy: tolérance à la chaleur

Kentville, Canada

- Luzerne : tolérance à la sécheresse et à l'inondation

Cornell, New York, USA

- Luzerne : résistance aux insectes et aux maladies

Wisconsin, USA

- Fétuque des prés : rendement
- Dactyle pelotonné : non floraison en climats à hivers froids
- Trèfle rouge : rendement, vigueur des plantules, résistance aux maladies

Californie, UC Davis, USA

- Luzerne : tolérance à la chaleur, au manque d'irrigation, à la salinité, aux maladies, et persistance dans des environnements arides
- Fétuque élevée : écotypes à croissance ou à dormance estivales, avec ou sans endophytes

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Choix des espèces

Tolérance aux températures sous zéro et à l'anoxie causée par la présence de glace dans les champs.



La présence de glace étouffe des plants et entraîne des pertes dans les peuplements de luzerne.



Choix des espèces – Rusticité hivernale

Légumineuses :

Trèfle rouge < luzerne < lotier corniculé < trèfle Kura

Graminées :

Ray-grass < dactyle pelotonné < fétuque élevée
< alpiste roseau < brome inerme < fléole des prés



Balasko and Nelson, 2003

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Choix des espèces – Rusticité hivernale

BÉLANGER ET AL. - DOMMAGES HIVERNAUX AUX CULTURES FOURRAGÈRES PÉRENNES DANS L'EST DU CANADA

37

Table 1. Relative shoot regrowth, relative total non-structural carbohydrates (TNC), and ethanol concentration in shoot bases and crowns of oxygen deficiency-treated plants of four forage species following 100 d of treatment. Relative shoot regrowth and relative total non-structural carbohydrates (TNC) were calculated as values from oxygen deficiency-treated plants divided by values from plants maintained under normal atmospheric conditions. Adapted from Bertrand et al. (2001, 2003)

	Fléole	Dactyle	Luzerne	Trèfle rouge
Relative shoot regrowth	0.69	0.49	0.30	0.04
Relative TNC	1.24	0.95	0.46	0.62
Ethanol (mg g ⁻¹ DM)	3.07	11.04	10.41	14.28

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Choix des espèces – Tolérance à la sécheresse

Légumineuses :

Trèfle blanc < lotier corniculé < trèfle rouge
< trèfle Kura < luzerne

Graminées :

Ray-grass < fléole des prés < dactyle pelotonné
< alpiste roseau < fétuque élevée < brome inerme



McGraw and Nelson, 2003

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Espèces pérennes

➤ Services écosystémiques :

- Limite l'érosion
- Réduit le lessivage des nutriments
- Fixe le carbone

➤ Usages agricoles multiples :

- Pâturages pour les animaux
- Fourrages comme aliment
- Biomasse pour la production d'énergie
- Cultures céréalières pérennes

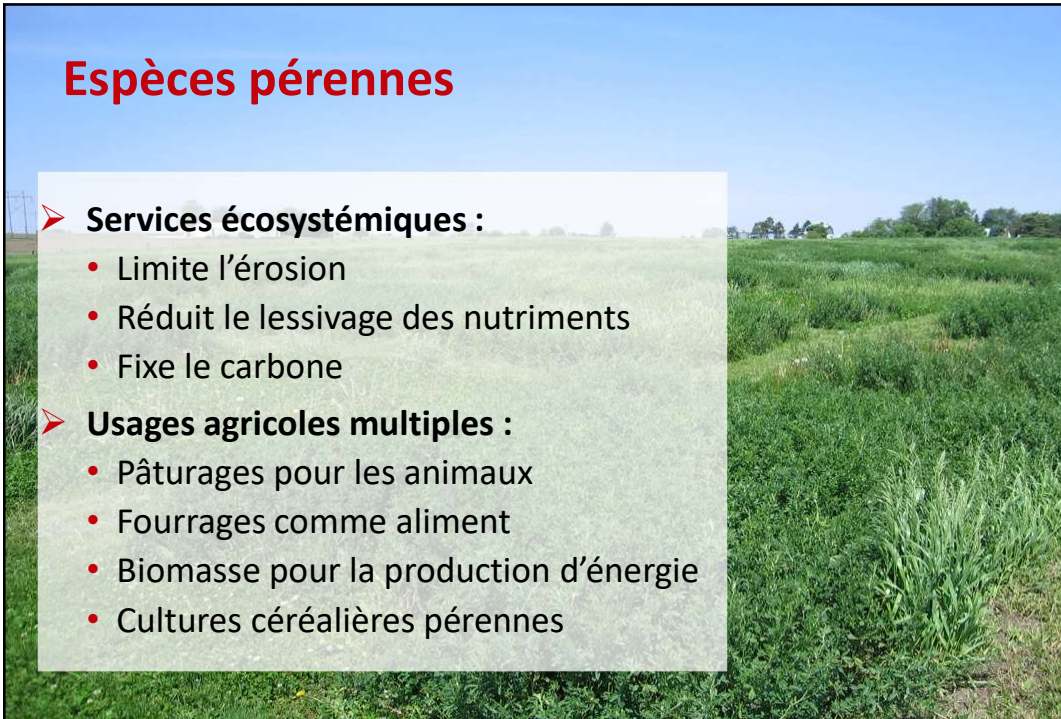


TABLE 1 Productivity, stability, and resilience values for biomass and ground cover measured on 13 perennial cool-season grass species at six Intermountain and northern Great Plains rangeland sites from 2000 to 2003

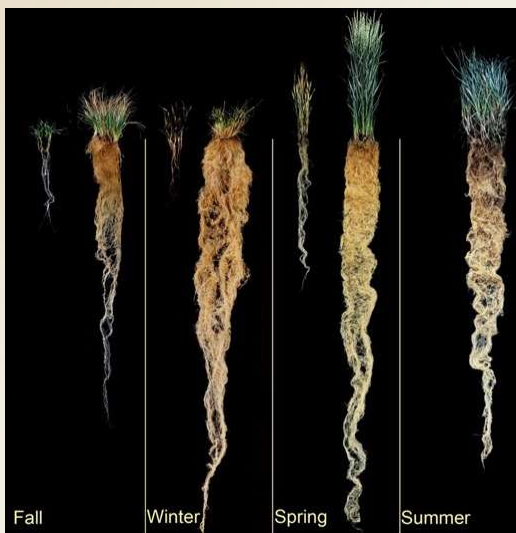
Species	Biomass kg ha ⁻¹			Ground cover %		
	P	S	R	P	S	R
Intermediate wheatgrass	5595 ^{a†}	28.5 ^a	0.3	98 ^a	58.3 ^a	0.6 ^{abcde}
Tall wheatgrass	5043 ^a	17.8 ^b	0.3	95 ^{ab}	36.0 ^{cd}	0.5 ^{bcd}
Crested wheatgrass	3818 ^b	19.6 ^b	0.4	86 ^{abcd}	49.9 ^{ab}	0.9 ^{ab}
Western wheatgrass	3781 ^b	12.7 ^c	0.4	97 ^a	37.1 ^{cd}	0.8 ^{abc}
RS Hybrid wheatgrass	3634 ^{bc}	10.6 ^{cde}	0.4	86 ^{abcd}	27.9 ^{def}	0.5 ^{bcd}
Meadow brome	3379 ^{bcd}	11.6 ^{cd}	0.4	90 ^{abc}	34.7 ^{cde}	0.7 ^{abcd}
Smooth brome	3193 ^{bcd}	9.3 ^{cdef}	0.5	86 ^{abcd}	27.9 ^{def}	0.7 ^{abcd}
Siberian wheatgrass	3112 ^{bcd}	11.2 ^{cd}	0.4	84 ^{abcd}	32.1 ^{cdef}	0.8 ^{abc}
Altai wildrye	2812 ^{bcd}	8.0 ^{def}	0.5	75 ^{bcd}	23.4 ^{efg}	0.4 ^{cde}
Russian wildrye	2658 ^{cdef}	10.4 ^{cde}	0.8	87 ^{abc}	41.6 ^{bc}	1.0 ^a
Basin wildrye	2339 ^{def}	6.7 ^{ef}	0.8	66 ^d	21.2 ^{fg}	0.4 ^{cde}
Thickspike wheatgrass	2206 ^{ef}	7.7 ^{def}	0.5	72 ^{cd}	26.9 ^{defg}	0.3 ^{de}
Bluebunch wheatgrass	1630 ^f	5.9 ^f	0.5	40 ^e	15.1 ^g	0.2 ^e
P value	<.0001	<.0001	>.30	<.0001	<.0001	<.05

Note. P, productivity; S, stability; R, resilience. Species: intermediate wheatgrass, *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey; tall wheatgrass, *Thinopyrum elongatum* (Host) D.R. Dewey; crested wheatgrass, *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn. and *A. desertorum* (Fisch. ex Link) Schult.; western wheatgrass, *Pascopyrum smithii* Rydb.; RS Hybrid wheatgrass, *Elymus hoffmannii* K.B. Jensen & K.H. Asay; meadow brome, *Bromus biebersteinii* Roem. & Schult.; smooth brome, *Bromus inermis* Leyss.; Siberian wheatgrass, *Agropyron fragile* (Roth) P. Candargy; Altai wildrye, *Leymus angustus* (Trin.) Pilg.; Russian wildrye, *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski; basin wildrye, *Leymus cinereus* (Scribn. & Merr.) Á. Löve; thickspike wheatgrass, *Elymus lanceolatus* (Scribn. & J.G. Sm.) Gould; bluebunch wheatgrass, *Pseudoroegneria spicata* (Pursh) Á. Löve.

[†]Column values followed by different superscript letters differ significantly.

Robins et al., 2020

Agropyre intermédiaire Kernza



UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Stratégies pour augmenter la résilience et la stabilité en production fourragère

- Cultivars résilients
- Espèces résilientes
- Mélanges fourragers
- Gestion de la récolte et du pâturage
- Rotations de cultures incluant des fourrages
- Espèces fourragères pérennes et cultures céréalières à deux fins

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Choix des espèces

- Il n'y a pas d'espèce parfaite en toutes situations
- Considérer plusieurs caractéristiques
- Consulter des données récentes
- Pérennes vs Annuelles
- Mélanges fourragers!

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Stratégies pour augmenter la résilience et la stabilité en production fourragère

- Cultivars résilients
- Espèces résilientes
- Mélanges fourragers
- Gestion de la récolte et du pâturage
- Rotations de cultures incluant des fourrages
- Espèces fourragères pérennes et cultures céréalières à deux fins

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Mélanges fourragers - avantages

- Assurance en cas d'aléas climatiques, si une des espèces performe moins
- Rendement accru
- Meilleure qualité du fourrage
- Les graminées réduisent la verse de la luzerne
- Saison de croissance plus longue
- Réduction des besoins en fertilisation azotée
- Amélioration de la qualité du sol
- Répression des mauvaises herbes

Picasso et al., 2008; Sanderson et al., 2005; Tracy et al., 2004

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



De quel degré de diversité a-t-on besoin dans les mélanges fourragers?

- 52 combinaisons de 8 espèces pérennes
 - Monocultures
 - Quelques polycultures de 2, 3, 4, 6 et 8 espèces
 - Pour chaque niveau de mélange d'espèces, on avait des parcelles avec ou sans chacune des espèces
- 2 sites en Iowa
- 2 gestions de coupe (1 ou 3 coupes)
- 3 années de collectes de données (2003-2006)
- Biomasse fourragère mesurée par espèce

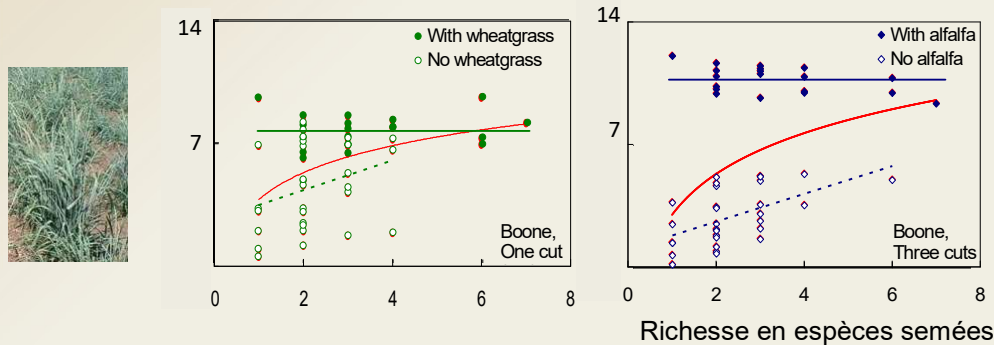


Picasso et al. (2008) Crop Sci.

La diversité et les espèces sont aussi importantes!



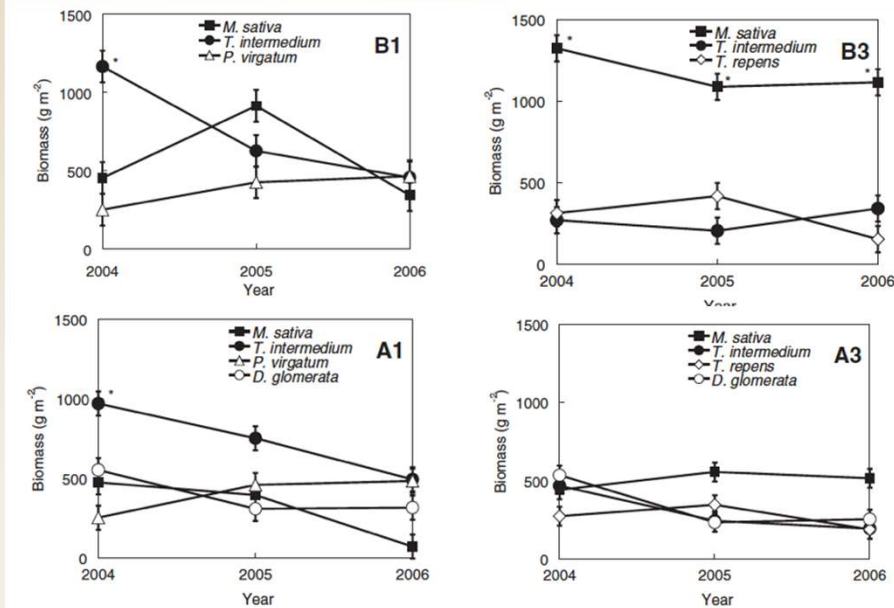
Rendement en biomasse (tonnes ha⁻¹)



- Meilleure monoculture : **Agropyre interm. (1 coupe)** vs luzerne (3 coupes)
- La diversité réduit la quantité de mauvaises herbes

Picasso et al. (2008) Crop Sci.
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

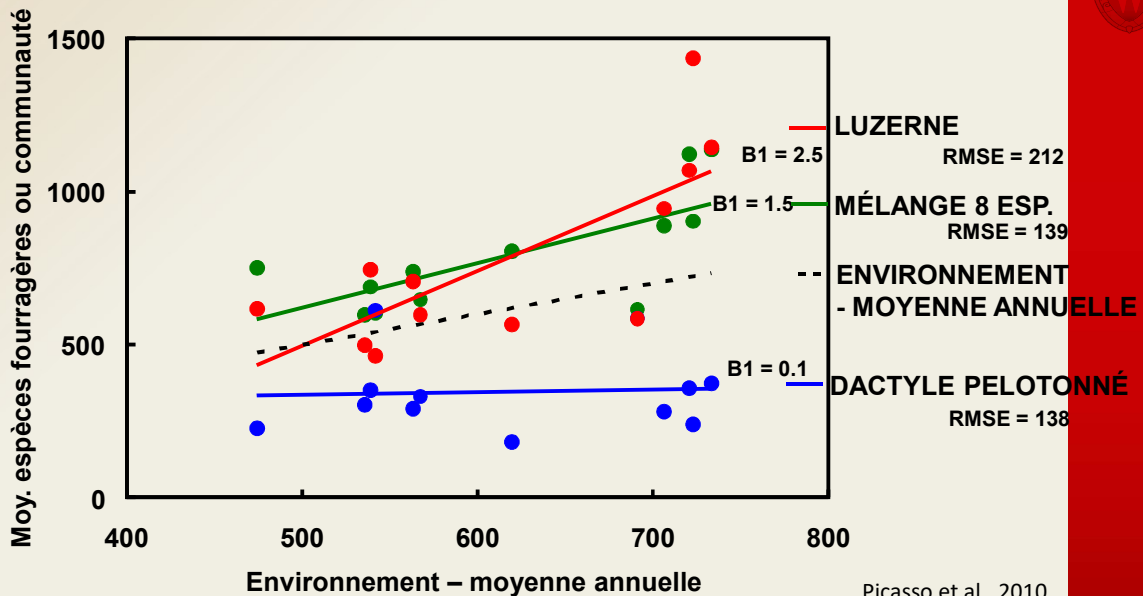
Espèces x Régie x Site x Année



M. sativa :
luzerne
T. intermedium :
agropyre interm.
P. virgatum :
panic érigé
D. glomerata :
dactyle pelotonné
T. repens :
trèfle blanc

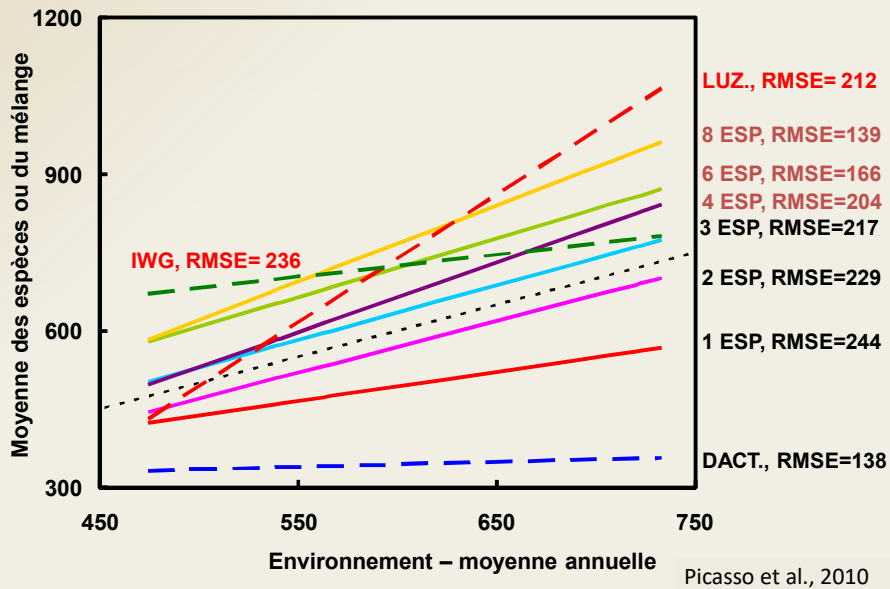
Picasso et al.
(2011) RAFS

Stabilité de type I, II, et III (Finlay & Wilkinson, 1963)

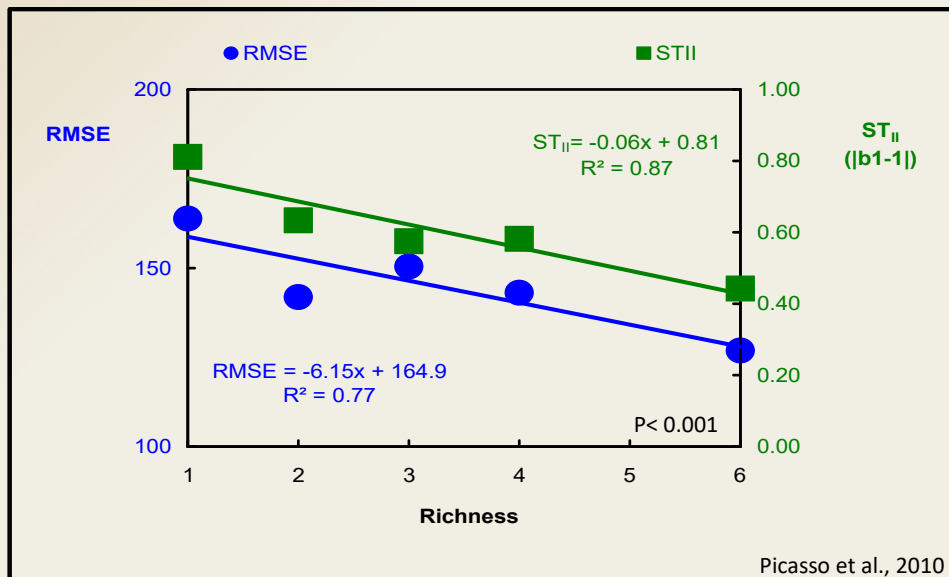


Picasso et al., 2010

Stabilité de type II (constance) et III (fiabilité)



Fiabilité (type III) et Constance (type II)





Mélanges fourragers

- Les espèces sont importantes : choisissez bien
- La diversité est importante : 2-3 espèces (graminées + légumineuses)
- Les mélanges fourragers sont plus stables
- Les mélanges fourragers sont plus constants et plus fiables

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



Stratégies pour augmenter la résilience et la stabilité en production fourragère

- Cultivars résilients
- Espèces résilientes
- Mélanges fourragers
- Gestion de la récolte et du pâturage
- Rotations de cultures incluant des fourrages
- Espèces fourragères pérennes et cultures céréalières à deux fins

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Pâturage

La récolte des fourrages dans des conditions printanières humides est difficile; le pâturage, qui élargit les possibilités d'utilisation des fourrages, est donc une pratique appelée à croître dans les systèmes d'élevage.

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

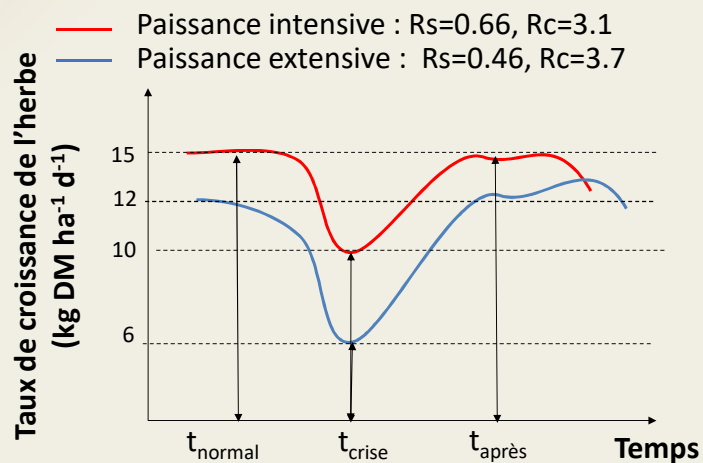


Gestion des pâturages et résilience

Normal (avant sécheresse)



Crise (durant la sécheresse)



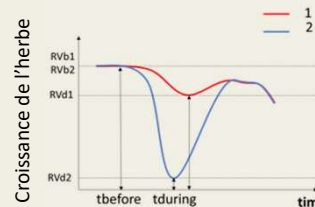
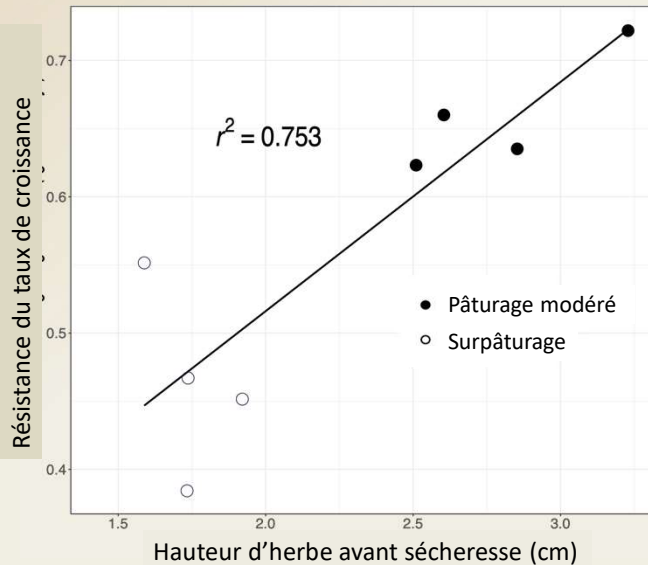
$$\text{Résistance (Rs)} = \frac{Y_{crise}}{Y_{normal}}$$

$$\text{Récupération (Rc)} = \frac{Y_a - Y_c}{t_a - t_c}$$

Modernel et al., 2019. GFS



Résistance à l'échelle du champ : taux de croissance de l'herbe



Modernel et al., 2019. GFS

Rotation des cultures et résilience

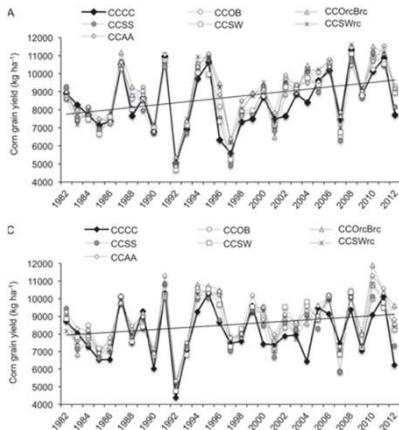
**Elora Research Station,
Ontario, Canada :**
1625 acres, loam limoneux,
900 mm de précipitations
annuelles, 2700-2800 UTM

- Maïs (M)
- Soya (S)
- Luzerne (L)
- Orge (O)
- Blé (B)
- Avoine (A)

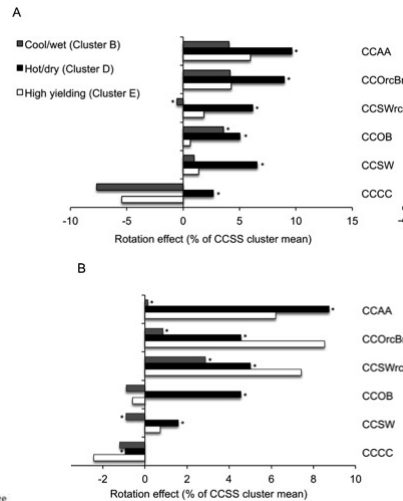
- Débuté en 1980
- Rotations – MMMM, LLLL, MMLL, MMSS, MMSB, MMSB(tr), MMAA, MMA(tr)A(tr)
- Travail du sol conventionnel et travail réduit du sol

Bill Deen, Univ. Guelph

Rotations de cultures diversifiées : plus stables et plus résilientes



Cluster	Soil Water Content (%)				Temperatures (°C)				High	Low	
	Veg	Flow	Gr	Fill	Veg	Flow	Gr	Fill			Mat
A	75.4	49.2	51.6	46.0	17.5	24.8	18.3	14.4	7.9	High-Average	Low-Average
B	61.4	35.3	38.0	39.9	17.4	20.3	15.2	6.5	Average	Average	
C	77.3	47.2	51.4	47.4	18.8	26.9	18.7	10.7	Average-Low	Average-High	
D	73.9	53.8	51.4	47.4	18.8	26.9	18.7	10.7	Average-Low	Average-High	
E	75.9	64.6	44.7	31.4	18.3	25.1	15.9	8.6	Low	High	



La stabilité des rendements a augmenté lorsque le maïs et le soya ont été intégrés à des rotations plus diversifiées incluant des céréales à paille, du trèfle rouge, de la luzerne, tel que démontré dans des essais à long terme sur une période de 31 ans en Ontario.

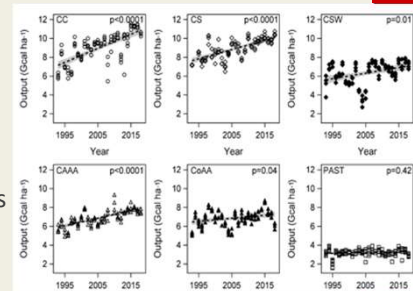
Les stratégies de diversification des cultures augmentent la probabilité de profiter de conditions de croissance favorables, tout en diminuant le risque de mauvaise récolte.

Gaudin et al., 2015

Wisconsin Integrated Cropping Systems Trial Essais de systèmes de cultures intégrés au Wisconsin

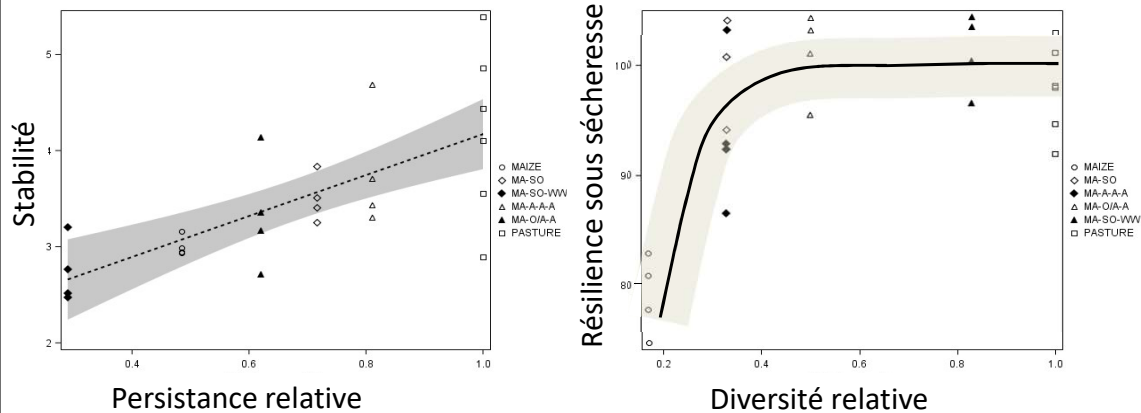


- Débuté en 1989, soit 30 ans de données en continu.
- Systèmes de cultures représentatifs des pratiques du Midwest :
 - Cultures commerciales (Maïs, Maïs-Soya, Maïs-Soya-Blé)
 - Cultures fourragères pour les bovins laitiers (Maïs-3 années Luz, Maïs-Avoine-2 années Luz, pâturage)
- Tous les travaux au champ ont été effectués avec des équipements agricoles standards.
- Dispositif en blocs aléatoires complets, avec 4 blocs.
- Chaque phase de chaque system dans chaque bloc chaque année.



UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Diversité et persistance dans les rotations de cultures



Sanford et al., Wisconsin Integrated Cropping Systems Trial (in prep.)

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

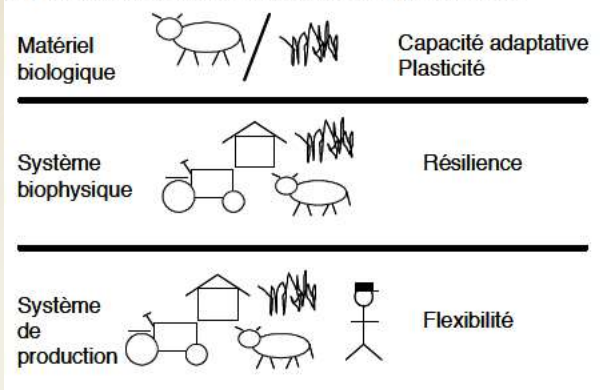
Plus de plantes pérennes sont nécessaires

- L'intensité accrue des pluies et des orages rend indispensable l'augmentation des surfaces en pâturages et en cultures fourragères pérennes.
- Des rotations plus longues sont nécessaires afin de réduire les surfaces à semer chaque année.
- Un plus grand nombre d'années en culture pérennes réduit les surfaces à semer, et augmente la surface en fourrages récoltables sur la ferme.
- Les pâturages et les cultures fourragères pérennes augmentent la matière organique du sol, l'infiltration de l'eau et la capacité des sols à supporter les sécheresses estivales.
- Elles répondent aux exigences des organismes de protection de l'environnement et des gouvernements.

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Flexibilité des systèmes de production

Figure 5. Désignation des propriétés d'adaptation selon le niveau d'organisation considéré dans l'analyse du fonctionnement des systèmes de production.



Des principes identiques s'appliquent pour des crises de nature différentes :

- Sécheresse
- Inondation
- Froid
- Changements climatiques
- Crises des marchés
- Changements de politiques

Ingrand et al., 2009

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Stratégies pour augmenter la résilience et la stabilité de la production fourragère

- Cultivars résilients : amélioration génétique des plantes
- Espèces résilientes : adaptation et agronomie
- Mélanges fourragers : compatibilité et bonne gestion
- Gestion de la récolte et du pâturage : impacts majeurs
- Rotations des cultures incluant des fourrages : plus de plantes pérennes, plus de diversité
- Espèces fourragères pérennes et cultures céréalières à deux fins : développement futur

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

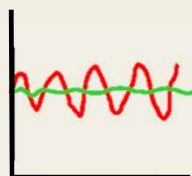
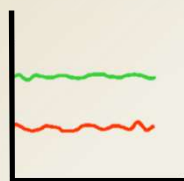


Conclusion

- Les changements climatiques actuels et futurs constituent une opportunité significative d'augmenter les surfaces en cultures fourragères pérennes et en pâturage ainsi que la production en Amérique du Nord.
- Des efforts conjoints de la part des chercheurs et des producteurs afin d'améliorer la tolérance des cultivars au froid, à la chaleur et aux maladies permettraient une augmentation de la production de fourrages.
- L'accroissement des surfaces dédiées aux cultures fourragères pérennes et pâturage peut augmenter la résilience et la stabilité de production et réduire les impacts environnementaux des événements climatiques extrêmes.

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Thank you very much!
Merci beaucoup!



Valentin D. Picasso

picassorriso@wisc.edu

Professeur adjoint au département
d'agronomie

University of Wisconsin – Madison

COLLOQUE SUR LES
PLANTES FOURRAGÈRES
20-02-2020, Saint-Julie,
Québec, Canada

