

Programme pancanadien de sélection végétale participative de blé et d'avoine biologique

Helen Jensen, PhD, SeedChange (auparavant USC Canada)
M. Entz, A. Kirk, M. Carkner, I. Vaisman, S. Fox et J. Mitchell Fetch



UNIVERSITY
OF MANITOBA



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Variétés adaptés aux besoins des producteurs bio

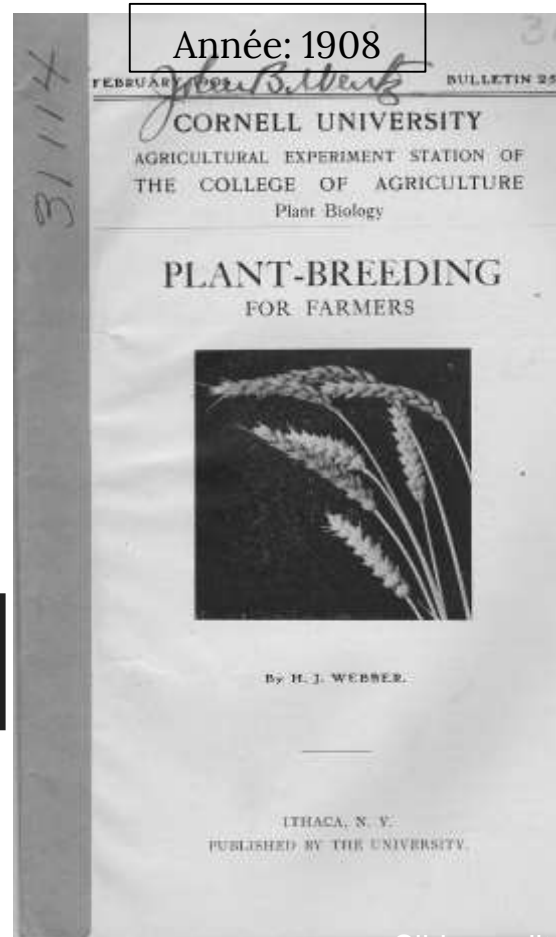
- Rendements en agriculture biologique réduits \cong 20%
 - (ex. Baker et al. (2019) *J. Ag., Food Systems, and Community Development* 8 (4): 179–92.
- “On estime que plus de 95% de la production biologique est basée sur des variétés développée pour le secteur “conventionnel” et les intrants classiques. [...] ces variétés ne possèdent pas les caractères importants requis dans des conditions de production biologiques et à faible intrants.” (Lammerts van Bueren (2019), *Wageningen J. of Life Sciences* 58 (3-4):193-205)
- Caractères pour le bio:
 - Vigueur hâtive, compétition mauvaises herbes, interactions avec le sol, tolérance au désherbage mécanique, utilisation efficace des nutriments, résistances ravageurs et maladies, qualité nutritive et gustative

La sélection variétale participative

- Coopération entre chercheurs et producteurs
- Les producteurs contrôlent les critères de sélection
- Adaptation aux besoins des producteurs bio
- Processus d'apprentissage et collaboration



S. Ceccarelli (2010): Participatory plant breeding, biodiversity, genetic resources, gender and climate changes.



La sélection participative en 2019

«Grâce à une étude de la littérature, nous avons trouvé 254 publications montrant que, sur une période de 36 ans, des approches participatives en sélection végétale ont été utilisées dans 69 pays (10 développés et 59 en voie de développement) avec 47 cultures comprenant des cultures autogames, à pollinisation croisée et à propagation végétative, par plusieurs institutions, y compris les centres du CGIAR, des universités, et des OBNL. Nous soutenons qu'il n'y a pas de raisons scientifiques ou techniques évidentes limitant l'utilisation de la sélection participative »
(Ceccarelli, S., & Grando, S. (2019). *Experimental Agriculture*, 1-11)

Ex: Pomme de terre biologique “Bionica” au Pays-Bas, résistante au mildiou (*Phytophthora infestans*); “Blé Paysans” (France, collaboration INRA)



Project Pilote-Blé (2011-2013)

Création de nouveaux croisements en laboratoire, les producteurs font la sélection



Croisements- Anne Kirk, Jennifer Mitchell-Fetch, Stephen Fox



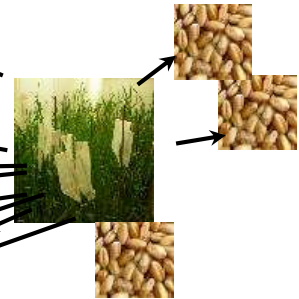
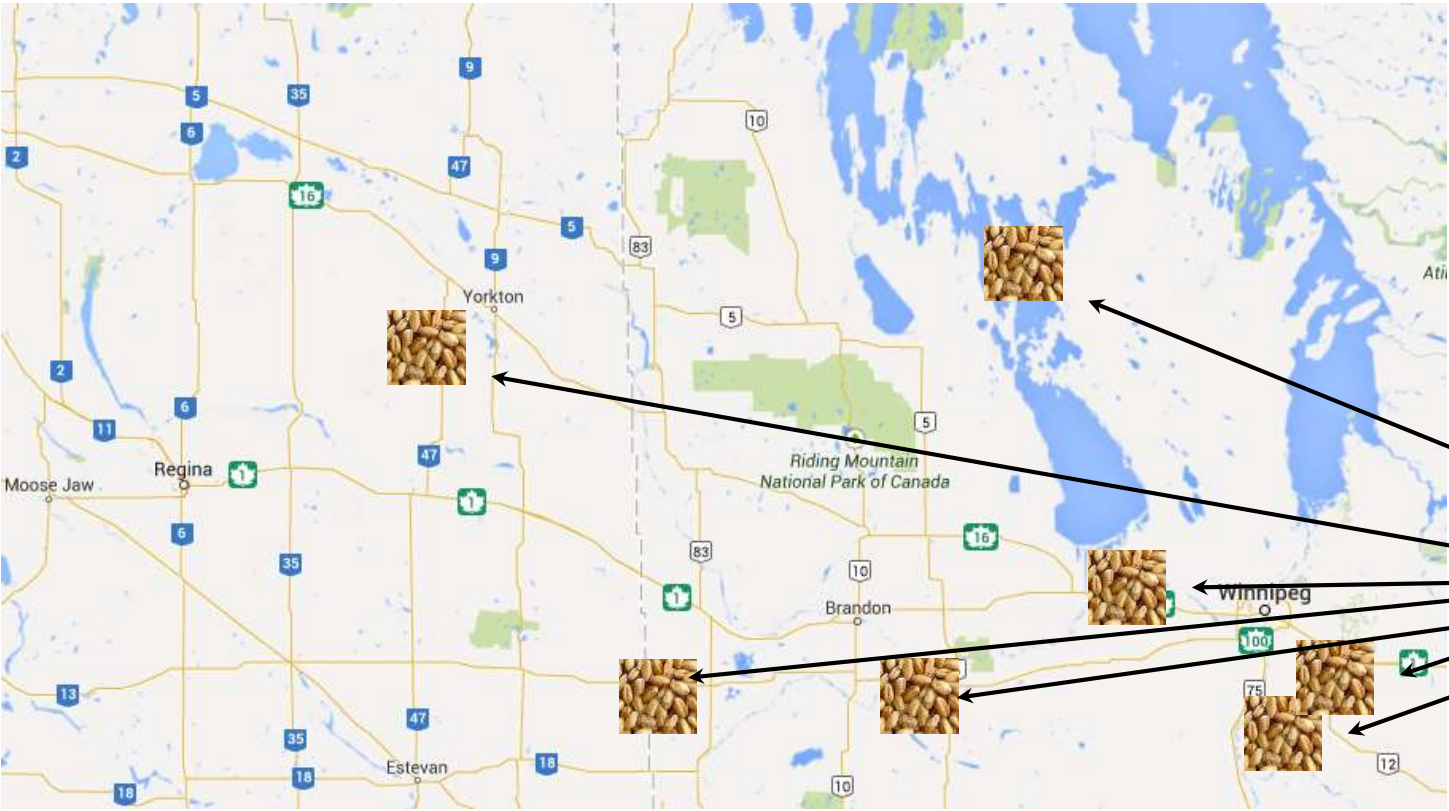
Producteurs-sélectionneurs



Mâle
(donneur
de pollen)

Femelle
(récepteur de
pollen)

11 producteurs (Manitoba et Saskatchewan) 2011-2013



- Chaque producteur reçoit trois populations F2 ou F3
- Parcelle: 10 – 20 m² (4,000 semences/pop)
- Sélection par le producteur (3 ans)



Les Cèdres, Qc

Programme pancanadien de sélection blé et avoine (2013-2019)



Financé par la Grappe Scientifique Biologique 2 et 3 (AAC)

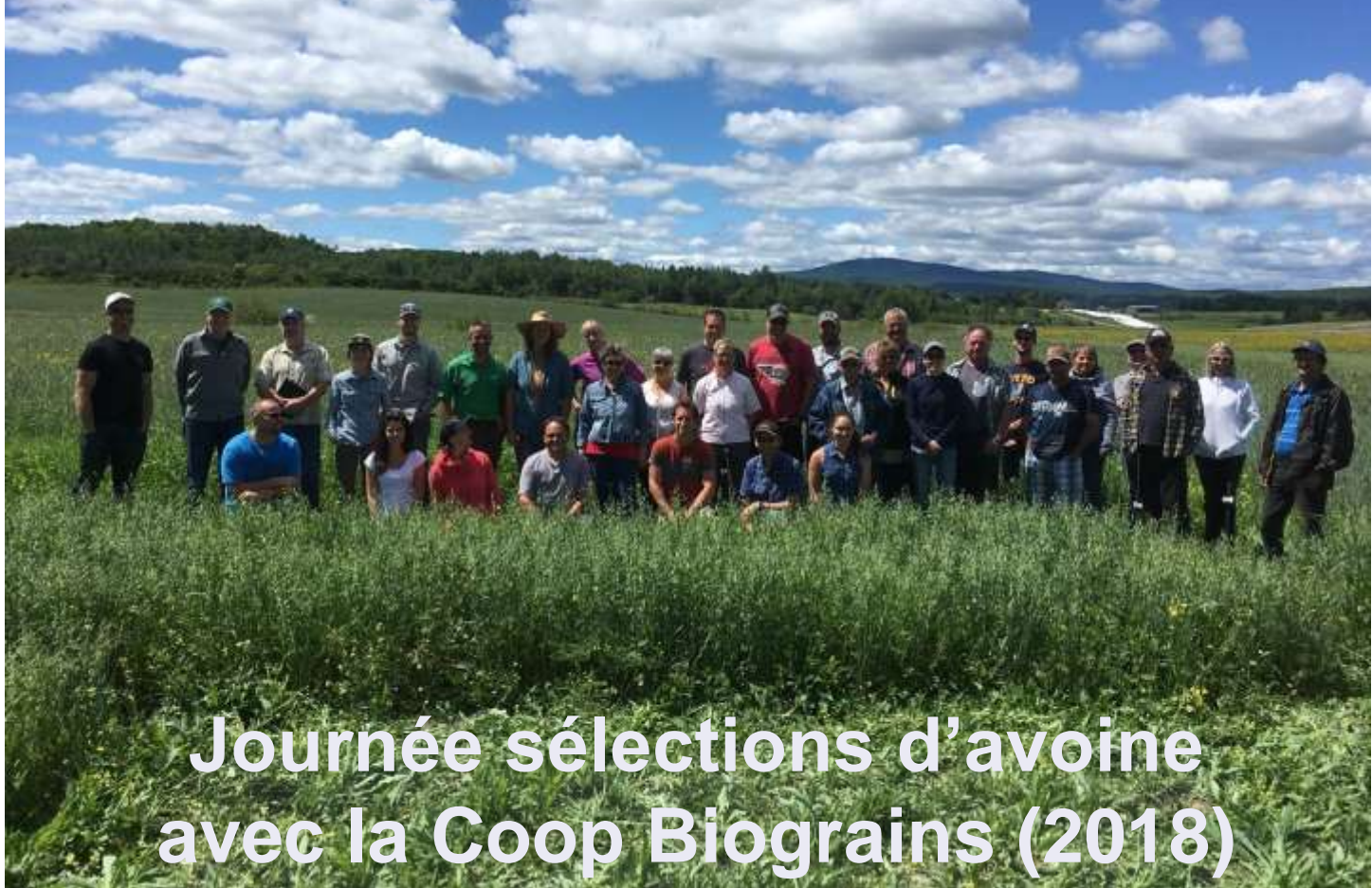
Structure d'appui régional

- Initiative de la famille Bauta sur la sécurité des semences au Canada (2013-2019)
- 5 Coordonnateurs dans des organismes locaux à-travers le Canada
 - Lien régional entre producteurs et chercheurs
 - Visites de chercheurs, journées de terrain, parcelles de démonstration, visites de ferme, etc.



Journée démonstration à
AAC Harrington, I-P-E
(Stephanie Hughes)





**Journée sélections d'avoine
avec la Coop Biograins (2018)**



Essais de panification artisanale
Boulangerie Automne et Fleuron (2019)

Évaluation des sélections: 2014, 2015, 2017, 2019



Évaluations 2014-2015

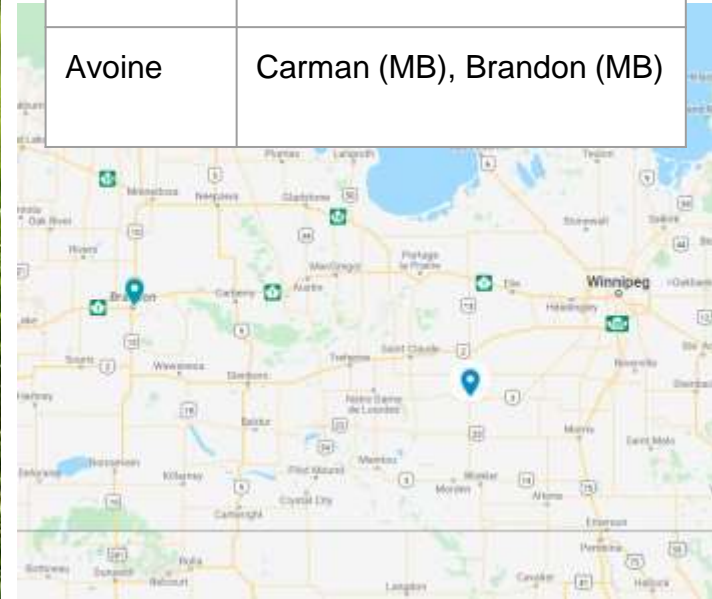
3 ans de sélection par les producteurs



Parcelle d'essai avec 4 répétitions



Sites 2014-15	Sélections "Ouest"
Blé	Carman (MB), Brandon (MB)
Avoine	Carman (MB), Brandon (MB)



Sélections des producteurs vs. variétés référence

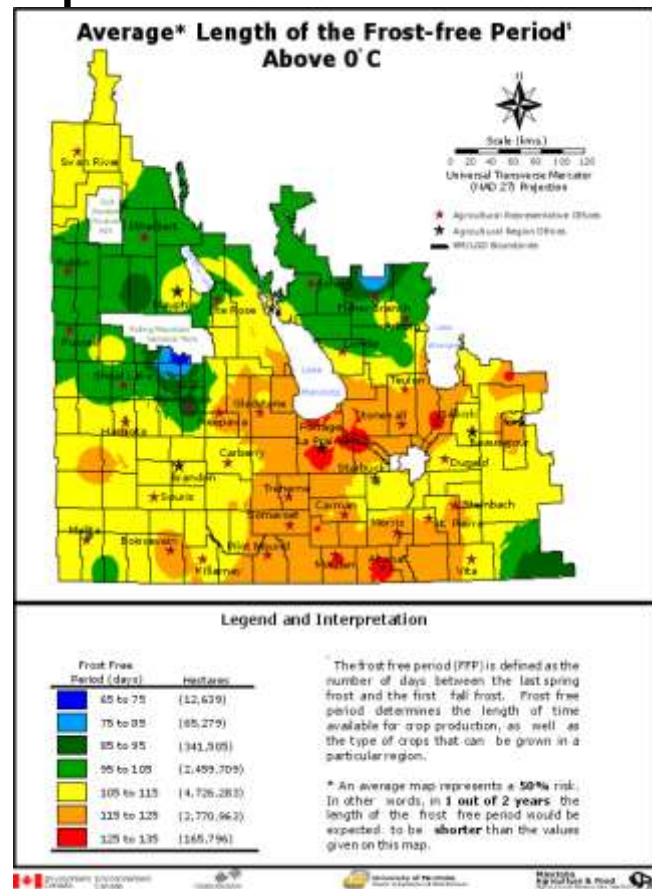
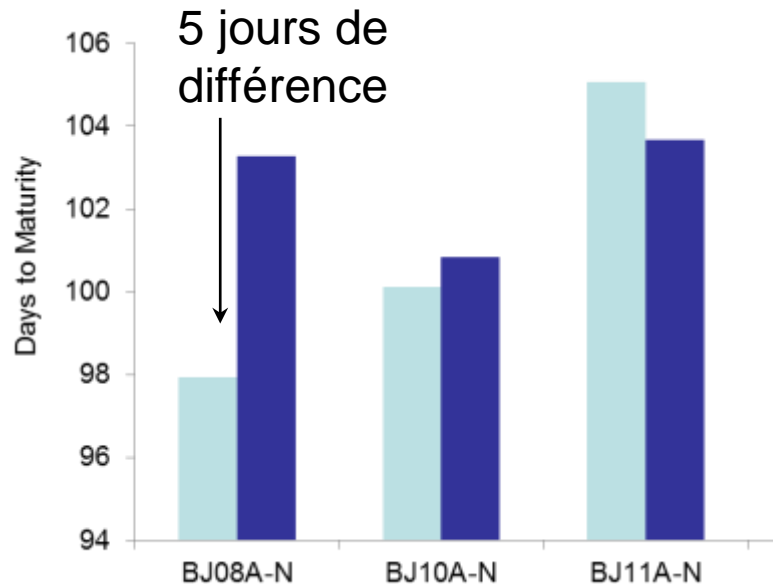
Résultats 2014

		Maladies foliaires (%)	Maturité (jours)	Hauteur (cm)	Verse	Rendement (kg ha ⁻¹)	TKW (g)	Nb grains (KNO m ⁻²)
Moyenne								
Sélection Producteurs		6.7	100	100	3.2	4672	34.0	11687
Variétés référence		6.1	96	91	2.4	4372	35.4	10961
P value		0.6916	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	0.05	0.0002

Résultats 2015

		Maladies foliaires (%)	Maturité (jours)	Height (cm)	Lodging	Rendement (kg ha ⁻¹)	TKW (g)	Nb grains (KNO m ⁻²)
Moyenne								
Sélection Producteurs		3.4		101	2.7	2756		
Variétés référence		3.1		90	2.0	2699		

Les trois années de sélection à la ferme ont eut un large impact sur les populations



Jours à la maturité



Trt 18 – BJ25-KB
99 DTM



Trt 11 – BJ25-SC
103 DTM

Noter les barbes!

Treatment	DTM			Height (cm)			Lodging ¹			Yield (kg ha ⁻¹)		
	C 14	C 15	B 15	C 14	C 15	B 15	C 14	C 15	B 15	C 14	C 15	B 15
BJ08A-N-IG	98	89		102	107	73	3.7	4.0	3.3	4658	3256	810
BJ22A-N-IG	99	92		103	100	70	1.5	2.5	3.3	4983	2650	570
BJ23A-N-IG	98	91		100	98	70	3.0	2.3	3.0	4928	2578	612
BJ26A-N-KS	94	88		101	101	75	3.5	2.8	4.0	4622	2699	636
BJ32A-N-KS	96	92		99	102	70	3.8	3.5	3.3	4027	2404	638
BJ18A-N-KS	100	92		103	105	68	4.5	2.3	2.7	5318	2696	557
BJ08A-N-CG	103	94		103	101	71	3.3	2.5	2.3	5095	2808	569
BJ10A-N-SC	100	89		92	95	71	2.8	1.5	2.3	4750	2622	534
BJ11A-N-SC	104	93		103	102	73	3.8	4.0	3.3	4740	2313	590
BJ25A-N-SC	103	90		91	96	75	4.5	1.3	2.3	4536	2725	580
BJ28A-N-MW	98	92		100	97	73	1.8	2.3	3.3	4834	3359	630
BJ27A-N-MW	95	89		96	100	75	3.3	3.3	4.0	5102	3018	511
BJ13A-N-HRE	99	91		104	106	78	4.0	3.8	3.7	4635	2946	802
BJ21-N-HRE	99	90		94	99	67	1.8	1.8	2.7	4856	2572	592
BJ25A-N-KB	99	90		100	103	69	2.8	2.3	2.3	4311	2862	451
BJ10A-N-KB	101	92		109	106	76	2.8	3.3	2.7	4716	2711	594
BJ05-N-GM	100	91		99	100	68	2.5	1.8	2.0	4184	2567	698
BJ43A-N-GM	102	89		96	96	70	2.5	2.5	2.3	4041	2559	478
PA00-KB-AL	101	92		108	107	75	4.5	3.8	3.7	4453	2899	651
Cadillac	96	89		102	99	74	4.5	3.3	4.0	4437	2323	697
Glenn	99	89		91	95	65	1.3	2.0	2.7	4834	2773	482

Hauteur



Trt 11 – BJ25-sc 91
cm



Trt 18 – BJ25-KB 100
cm

Maladies foliaires et fusariose

Table 5. Disease parameters of 23 farmer-selected populations and nine check cultivars at three site-years of experiments in Manitoba.

Treatment name	Flag leaf disease at anthesis			Fusarium head blight			
	C14†	C15	B15	Incidence		Severity	
	Horstall-Barratt scale			C15	B15	C15	B15
					%		
BJ08-IG	7.5bcdet	20.8efghijkl	14.9abcdef	25fghijk	26.6	25hij	26.6
BJ08-CG	4. cde	57.3ab	12.4abcdefgh	32.5efghij	6.6	32.5fghij	6.6
BJ10-SC	11.1bcd	10hijkl	16.8abc	42.5cdef	26.6	42.5cde	26.6
BJ10-KB	14b	26cdefgh	13.6abcdefg	16.3ijk	10	16.2j	10
BJ11-SC	8.5bcde	30.5cdef	11.2bcdefghi	13.8jk	13.3	13.8j	13.3
BJ11-CG	6.5cde	31.5cde	10.6cdefghi	13.7jk	10	13.7j	10
BJ11-KB	4.5cde	25.2defghij	14.2abcdefg	26.3fghijk	0	26.5fghij	0
BJ03-HRE	5.6cde	22.5efghijkl	14.1abcdefg	32.5efghij	20	32.5cdef	20
BJ04-KB	3.6e	42.2bc	5.8hi	26.3fghijk	16.6	26.5fghij	16.6
BJ05-GM	8.3bcde	20.5efghijkl	10.6cdefghi	21.3ghijk	16.6	21.3fghij	16.6
BJ13-HRE	4.4cde	22.5cde	11.8abcdefgh	11.2k	20	11.3ghij	20
BJ15-GM	9. bcde	21.3efghijkl	9.2efghi	31.3efghij	16.6	31.3fghij	16.6
BJ18-KS	4de	31.5cde	9.5defghi	35defghi	6.6	35fghij	6.6
BJ21-HRE	7bcde	14.5fghijkl	16.8abc	28.7efghijk	30	28.7fghij	30
BJ22-IG	11.4bcde	33.2cde	8.7efghi	26.2fghijk	10	26.2defghij	10
BJ23-IG	5.3cde	31.5cde	13.2abcdefg	47.5cde	6.6	47.5cd	6.6
BJ25-SC	8.3bcde	6.3l	18.1ab	42.5cdef	13.3	42.5cdefgh	13.3
BJ26-KS	7.7bcde	8.3kl	9.7defghi	42.5cdef	26.6	42.5defghi	26.6
BJ27-MW	5.6cde	25defghij	13.5abcdefg	28.7efghijk	13.3	28.7cdefgh	13.3
BJ28-MW	10.4bcde	27.7cdefg	9.1efghi	27.5fghijk	33.3	27.5ij	33.3
BJ32-KS	5.3cde	23efghijk	12.6abcdefgh	37.5cdefgh	8.3	37.5fghij	8.3
BJ43-GM	5.6cde	8.7jkl	13.9abcdefg	27.5fghijk	30	27.5cdefg	30
PA00-KB	11.6bc	40cd	10.6cdefghi	18.8hijk	26.6	18.7fghij	26.6
AC Cadillac	7.2bcde	26cdefghi	16.3abcd	70ab	3.3	70ab	3.3
AAC Tradition	5.2cde	22.5efghijkl	7.6ghi	52.5bcd	10	52.5cde	10
Red Fife	25.3a	61.7a	4.4i	22.5ghijk	20	22.5fghij	20
Glenn	5.2cde	11.7ghijkl	8.8efghi	38.7cdefg	16.6	38.7defghij	16.6
AAC Brandon	9.6bcde	18efghijkl	12.5abcdefgh	26.3fghijk	6.6	26.3efghij	6.6
Carberry	6.6cde	8.7jkl	18.8a	33.8defghi	11.6	33.7cdefgh	11.6
Unity	7.6bcde	13.5fghijkl	10.9cdefghi	55bc	3.3	55bc	3.3
Vesper	8.6bcde	8kl	8.1fghi	43.7cdef	20	43.7efghij	20
PT245	7.4bcde	9.2ijkl	7.7ghi	75a	0	75a	0
Farmer selections	7.3	25.6a	12.2	28.5b	16.8	26.9b	14.5
All checks	9.2	21.9b	10.5	46.3a	10.1	44.4a	13.1
	Contrast			ANOVA			
Farmer selections vs. all checks	0.0653	0.0165	0.0901	<0.0001	0.1006	<0.0001	0.6866
Estimate	-1.935	5.74	1.667	-17.91	6.698	-17.5	1.417

† C14, Carman 2014; C15, Carman 2015; B15, Brandon 2015.

‡ Means within a column not sharing a lowercase letter differ significantly at the $P < 0.05$ level.

(Entz et al.,
Crop Science, 2018)

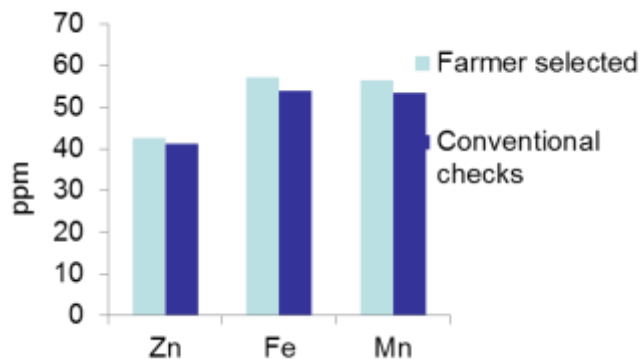
Analyses nutritionnelles

	Total N	P	K	S	Ca	Mg
	----- % -----					
Sélection prod.	2.99	0.38	0.29	0.17	0.033	0.19
Variétés réf.	2.97	0.38	0.29	0.17	0.030	0.19
Contrastes	ns	ns	ns	-	**	ns



Analyses nutritionnelles

	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	----- ppm -----				
Sélection producteurs	42.7	57.2	56.6	3.8	0.29
Variétés référence	41.3	53.9	53.5	4.0	0.29
Contrastes	*	***	**	ns	ns



Qualité boulangère

Treatment	Protein content (%)	Falling number (sec)	Farinograph		Loaf Volume (cm ³)
			Absorption (%)	Stability (min)	
BJ08-IG	16.2	290	62.9	6.8	947
BJ18-KS	15.4	345	64.6	8.3	1064
BJ08-CG	15.8	307	63.5	7.5	1067
BJ11-SC	15.1	267	62.8	7.5	959
BJ28-MW	14.2	381	62.5	7.5	1043
BJ27-MW	15.4	414	64.2	6.5	1015
BJ21-HRE	16.2	327	64.7	7.8	1009
BJ11-KB	14.7	272	61.9	6.5	996
Glenn	15.3	331	64.6	9.8	1041
Carberry	16	290	64.3	7.6	1045
Red Fife	13.3	268	57.5	2.3	967

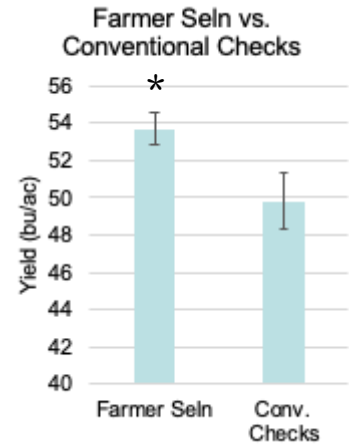
Qualités consistantes avec des variétés de la classe «Blé roux de printemps de l'Ouest» (CWRS)

Évaluations 2017

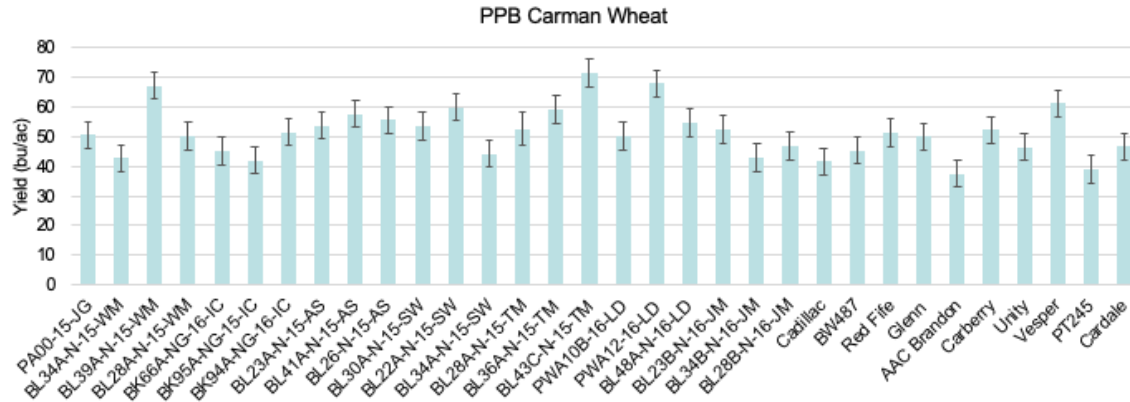


Sites 2017	Sélections "Ouest"
Blé	Carman (MB), Somerset (MB)
Avoine	Carman (MB), Somerset (MB)

Sélections de blé faits par les producteurs de 2013-2016



Parcelle expérimentale Carman, MB, 2017

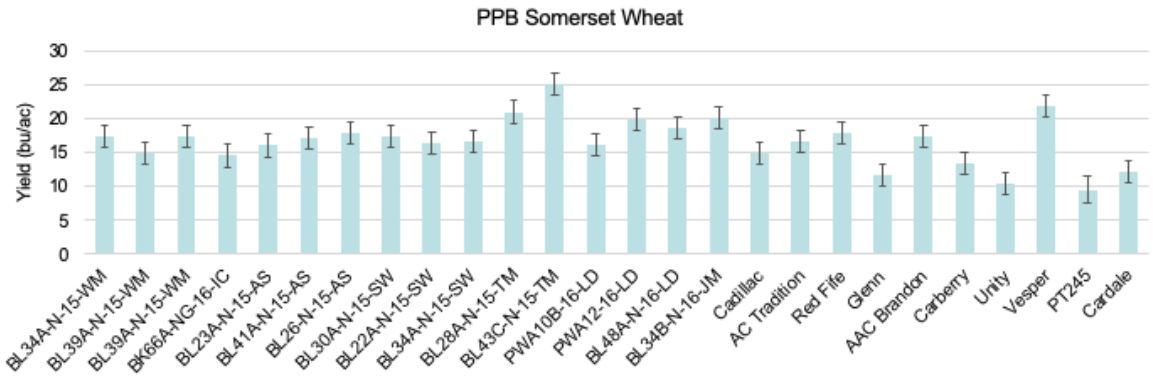
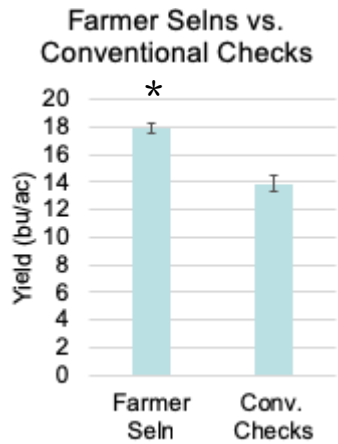


Sélections de blé faits par les producteurs de 2013-2016



Parcelle expérimentale
Somerset, MB, 2017

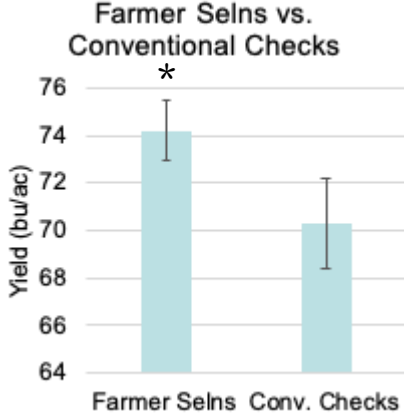
Stress hydrique et salinité élevée



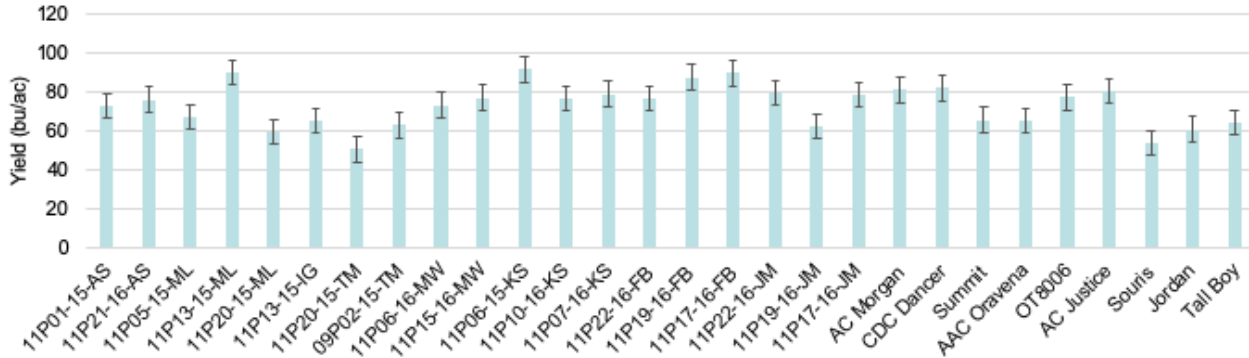
Sélections d'avoine faits par les producteurs de 2013-2016



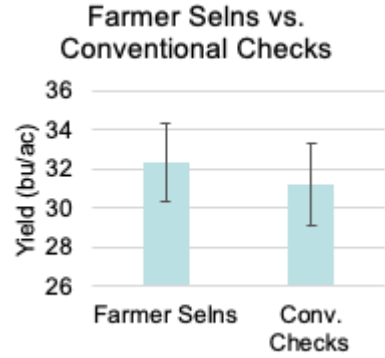
Parcelle expérimentale Carman, MB, 2017



PPB Oat Carman Yield

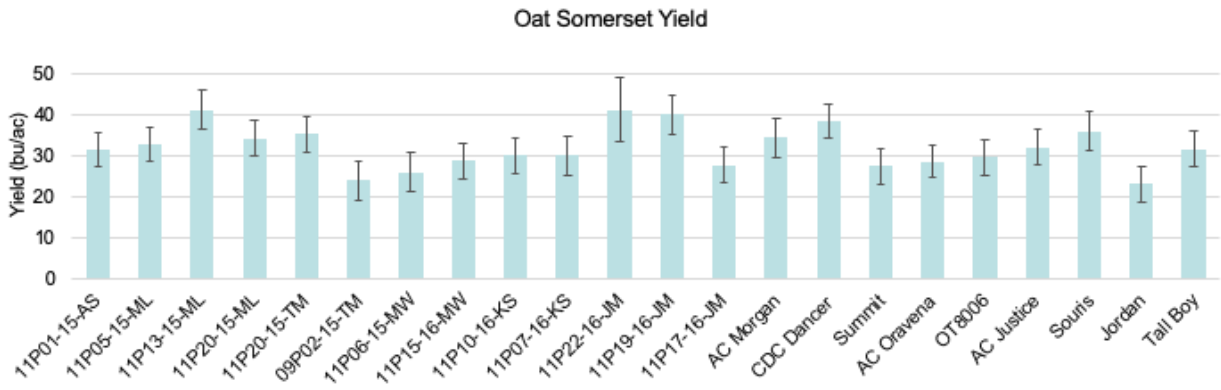


Sélections d'avoine faits par les producteurs de 2013-2016



Parcelle expérimentale
Somerset, MB, 2017

Stress hydrique et salinité élevée



Évaluations: 2019-2021

- Évaluations agronomiques lignés Est et Ouest (Grappe Scientifique Biologique 3)
 - Sites certifiés bio en stations de recherche



Résultats préliminaires 2019-Blé (Ouest) Carman, MB

	Densité de la population plant m-2	Vigueur hâtive 1=bonne, 5=faible	Densité mauvaises herbes %	Hauteur cm	Maturité jours	Rendement kg ha-1
Sélection producteurs	318.8a	2.2b	11.1b	80.5a	81.1b	2485
Références	272.6b	3.4a	16.7a	76.3b	81.7a	2315
Contrastes Sél. Producteurs vs. références	<.0001	<.0001	0.0006	0.0056	0.0493	0.2056

Prochaines étapes

- Intégration dans les réseaux d'essais "coop"
- Compléter évaluation agronomique et de qualité boulangère
- Analyse des options pour la mise en valeur des sélections
- Études génétiques et physiologiques

Services disponibles pour producteurs

Multiplication de semences pour producteurs
(contacter Martin Entz,
M.Entz@umanitoba.ca)



Blé Lagoda multiplié à Carman

Accès à de nouveaux croisements:

Contactez Hugo Martorell
(hmartorell@weseedchange.org)

Résultats disponibles

Revue scientifique:

M.H. Entz, A.P. Kirk, M. Carkner, I. Vaisman, and S.L. Fox. Evaluation of Lines from a Farmer Participatory Organic Wheat Breeding Program. Crop Science 58: 2433-2443 (2018), doi:10.2135/cropsci2018.04.0241

Rapports: www.semencessecur.es.ca

RÉSULTATS DU PROGRAMME JUSQU'À MAINTENANT

Les premières évaluations du matériel sélectionné par des agriculteurs ont révélé un potentiel incroyable!

- Des variétés de blé sélectionnées par des agriculteurs ont offert un rendement supérieur à celui des variétés témoins normales (rapport de 2015 [ici](#)).
- La sélection à la ferme a mené à une adaptation en fonction du site (résultats de recherche de 2016 [ici](#), disponible en anglais).
- Certaines lignées de pomme de terre sélectionnées par des agriculteurs et mises à l'essai au Québec ont offert un rendement nettement supérieur à celui des variétés témoins industrielles dans un essai répété dans des conditions biologiques (résultats de recherche de 2017 [ici](#)).

Remerciements

- Producteurs sélectionneurs: 67 producteurs impliqués de 2013-2019
- Chercheurs:
 - Martin Entz, Anne Kirk, Michelle Carkner (Université du Manitoba)
 - Jennifer Mitchell Fetch, Stephen Fox (AAC)
- Équipe Bauta (coordination régionale):
 - Chris Thoreau (FFCF), Iris Vaisman et David Hobson (Organic Alberta), Aabir Dey, Marie-Ève Levert et Hugo Martorell (USC Canada), Steph Hughes (ACORN)
- Financement:
 - Grappe Scientifique Biologique 2 et Grappe Scientifique Biologique 3 (AAC), SeedChange (USC Canada), Organic Alberta



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada