

***Nouvelles méthodes
et nouveaux développements pour l'obtention
de cultivars de blé et de céréales***

André Comeau, François Langevin,
Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC)
Yves Dion, CEROM

Journée d'information scientifique
grandes cultures
2008



Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Canada

CEROM
Centre de recherche sur les grains

Prix du blé sur 250 ans

AAFC's Outlook on new markets and opportunities
Tom Richardson (AAFC Strategic Policy Branch)



L'offre
dépasse
la
demande

**Blé
gratuit
en
2027 ?**

Le modèle pharmaceutique

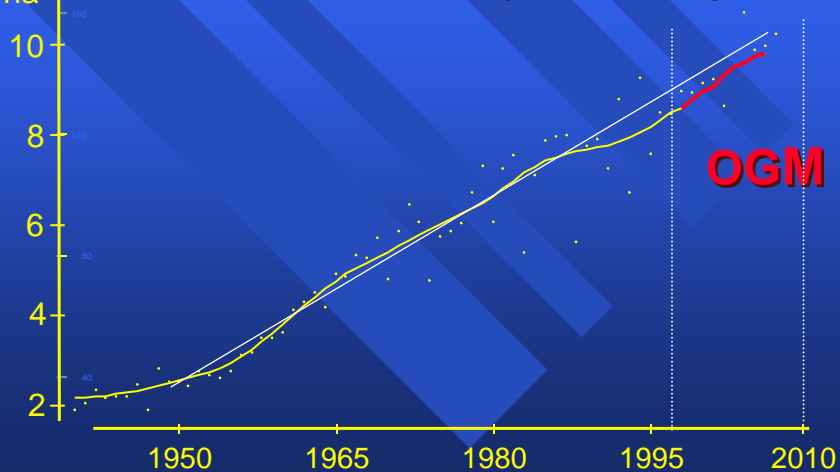


Secteur privé
Gigantisme

Gagnon Lesthlin jan 2008 ou déc 2007 Public Libr Science Med. (Le Soleil 3 jan 08 page 20)

C'est quoi une révolution génétique ?

Maïs-grain, USA
Rendement
T/ha



Leadership en génétique

- Comité et Atelier Céréales
 - Fédération des Producteurs de Cultures Commerciales (FPCCQ)
 - Syndicat des Producteurs de Semences Pedigree
 - Secteur privé actif et proactif
- 1995 (G. Chabot)- demande l'aide des chercheurs
 - (Van Tassel, Lanoie, Belzile etc.)
Implication dans le Comité Céréales
= Règles plus sévères pour l'enregistrement
Lobbying : la mise en place du critère toxines
: davantage de sites d'essais Fusarium

La base: les acteurs

Pour le Québec :

MAPAQ : (*Devaux*)
CEROM : Dion, Rioux
U. Laval : Collin, Belzile (*St-Pierre*)

AAC - Ste-Foy : Comeau et Langevin
(*Dubuc, Couture*)

Le CRECO (Ottawa) : Voldeng, Pandeya,
Frégeau-Reid, Pietrzak

Autres provinces :

AAC -Charlottetown, Winnipeg, Lethbridge, Swift Current
Université de Guelph
Usage majeur des marqueurs moléculaires et de Sumai 3 (Winnipeg)

Cies privées

Neviso (*Semico*)
Coop Fédérée
Semican
(*Prograin*)

AMONT

La base génétique

- Adaptation, rendement
 - Poids spécifique
 - MR cécidomyie
 - MR Fusarium
 - Assez bonnes racines
- Défauts
- | |
|------------------------|
| Fusariose: améliorable |
| Rouilles |
| Blanc (mildiou) |
| Taches foliaires |
| Qualité améliorable |

Combiner ces qualités dans un seul blé sans défaut

Résistances à la fusariose : type I et type II

Type I: réduit la probabilité d'entrée du Fusarium

Difficile à tester (travail au champ, très fatigant)

Sources: Barrie; Germoplasme du Dr Dubuc (1981-1996); blés étrangers (Brésil, Allemagne, Asie)

Type II: réduit le dommage à l'épi atteint

(après l'entrée du Fusarium)

Facile à tester (en serres, inoculation ponctuelle)

Sources: Matériel génétique chinois (Sumai3), japonais
- stratégie du CRC Winnipeg (1990-2006)

Les gènes

Quelques gènes majeurs (3BS, 5A, etc.) ...

Type II = le plus étudié

Dr Akos Mesterhazy,

chercheur hongrois, colloque Fusariose,
Winnipeg, Nov. 2007

(contribution FPCCQ)

... **MULTITUDE** DE GÈNES MINEURS

Type I: aussi efficace que type II (ou mieux ?)

On doit apprendre à travailler avec le type I

Combiner type I + II :

promesse de résistance fabuleuse

Méthodes - fusariose

Brumisation pour humidifier les épis

Inoculation artificielle (pulvérisation et grains contaminés placés sur le sol)

Symptômes sur épis

Décompte des grains fusariés

Analyse du DON (M. Savard, CRECO)

Perte de rendement

Perte de qualité

Inoculation ponctuelle: un peu

Progrès réalisés:

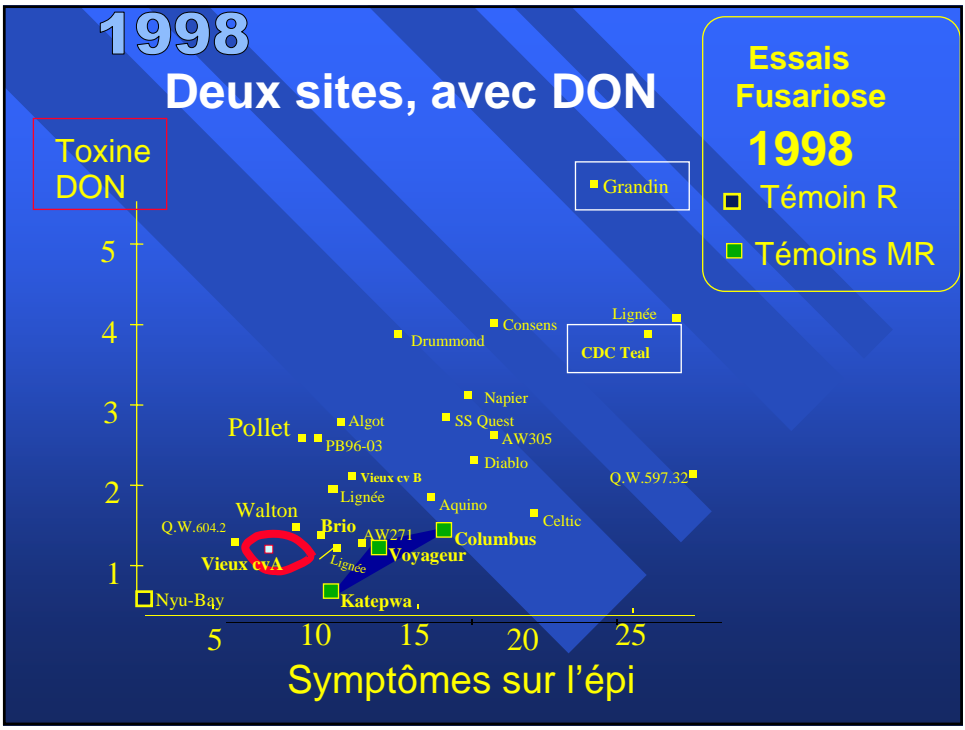
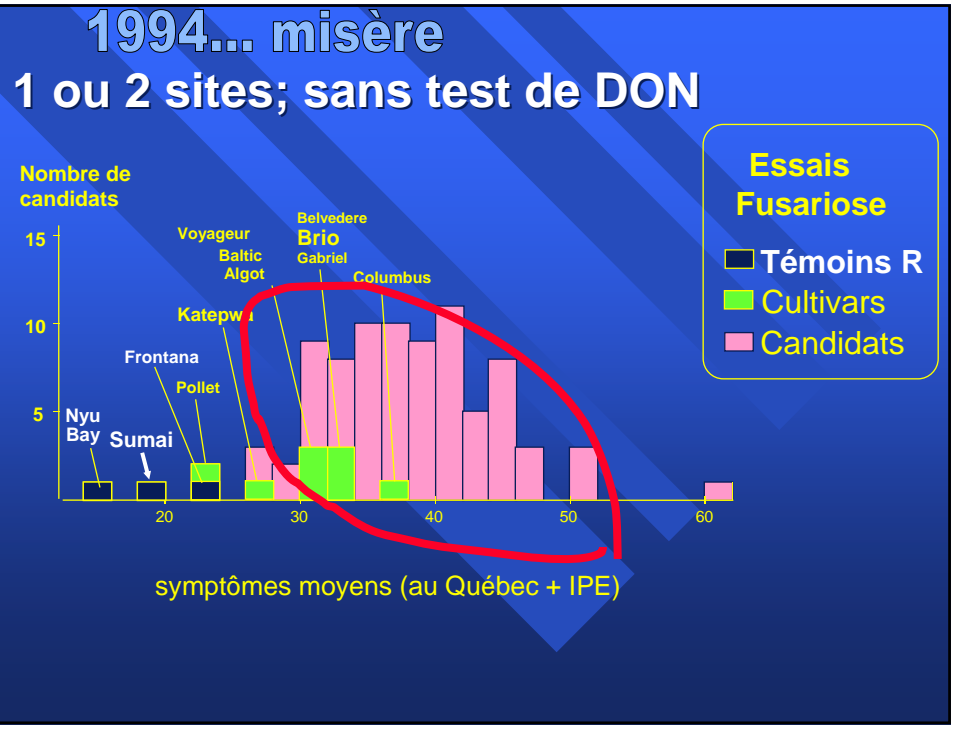
DON, Fusarium : Inoculation artificielle

1994 (un site au Québec + Charlottetown)

1998 (2 sites au Québec; DON)

2006 (2 site au Québec + Ottawa, et DON)

2007 mêmes appuis



2003-07

Symptômes + toxine

CEROM, Ag Can Québec et CRECO, Ottawa

Jugements:

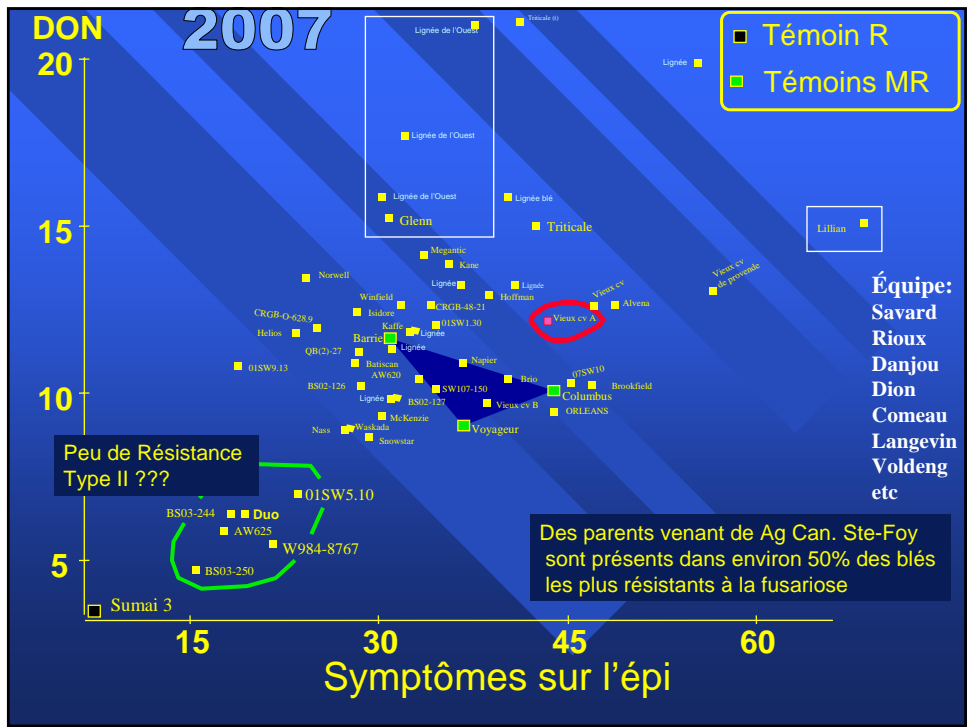
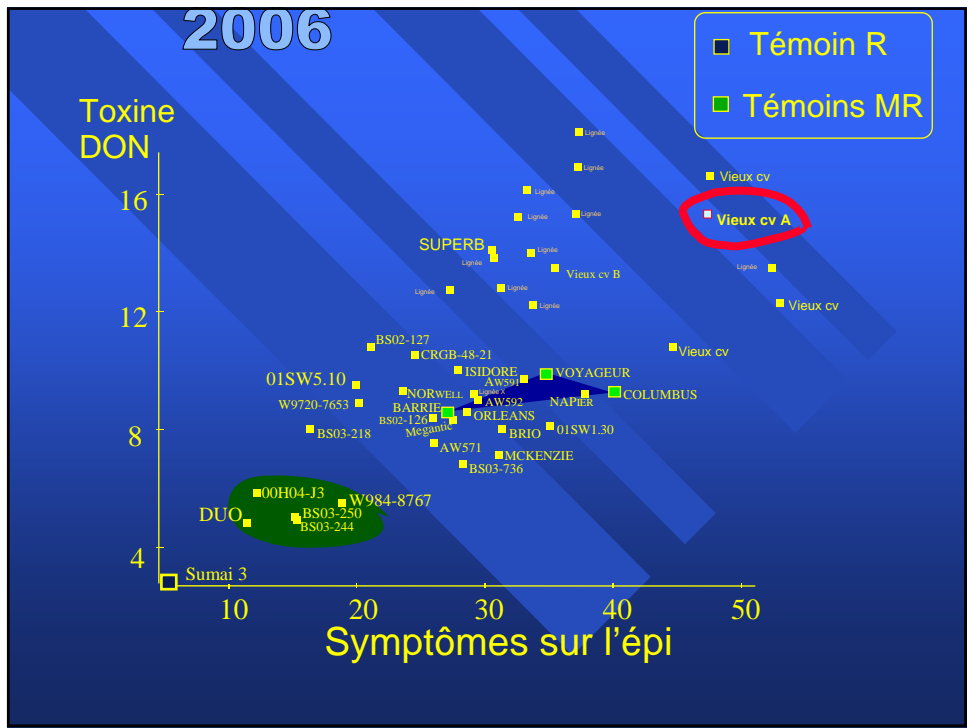
3 sites x 3 ans

= confiance accrue

Noter bien:

Un an n'est pas jugé

100% fiable



L'avenir

Génétique systémique

Maîtrise des caractères complexes
et des interactions

Projet PPFI - Supporté par :

Agriculture et Agroalimentaire Canada (Ottawa, Québec)
CEROM
FPCCQ

Toute maladie ou stress

Fusarium, **BYDV** → **Rendement**

Taches foliaires

Rouilles (des feuilles, de la tige)

Blanc; ergot; charbon

Maladies des racines

(Pythium, Cochliobolus, Fusarium, piétin-échaudage)

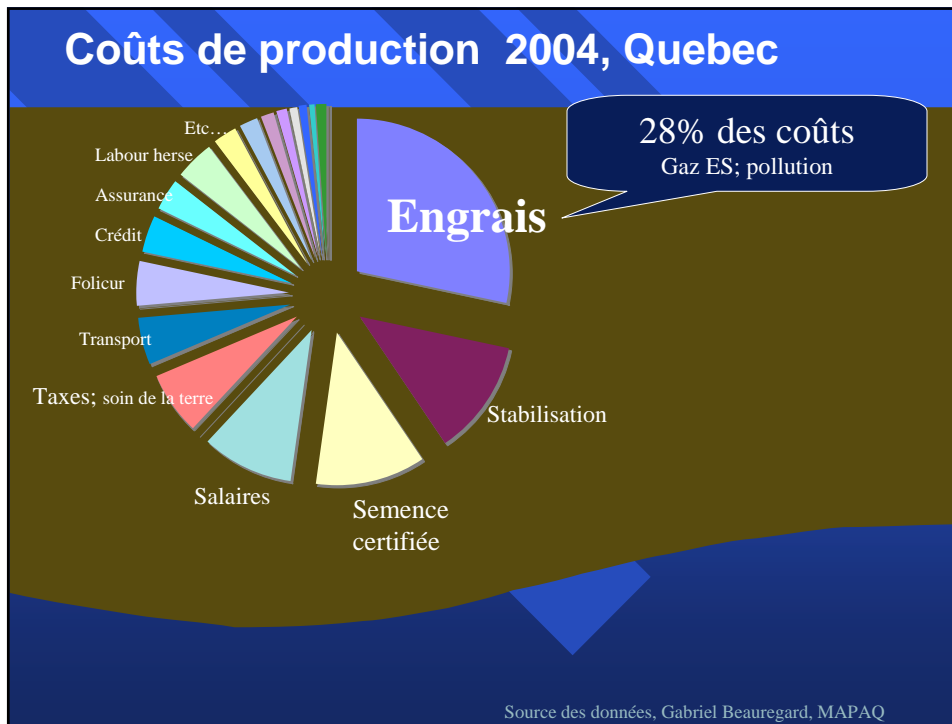
Sécheresse, chaleur,

Excès d'eau

Carences minérales (P, Mn, B, Cu, Zn, S, Mg, K, Ca)

Acidité et aluminium

Efficacité azote



<p>Étudier les Fusarium Trouver des gènes R Les comprendre 1980-95 Importer + développer du germoplasme 1980-2000</p> <p>Parents R valables: 1990-95</p> <p>Recroiser à des cultivars</p> <p>Autoféconder</p> <p>Vérifier résistance</p> <p>Évaluer, révérifier résistance</p> <p>Enregistrement 2007, 08, 09... pas vite</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Entrecroiser la biodiversité ex.: 2003, 9000 F1 • Inoculer artificiellement de toutes les maladies • Stress > Destruction massive • Survivants partagés dès la F2, F3, F4 (CEROM, CRECO) • Ste-Foy: Destruction massive • Survivants entrecroisés • Intensif en croisements et extrémiste en sélection • Grandes parcelles 2007 • Enregistrement 2010-11 ? <p>8 - 9 ans faisable</p>
--	--

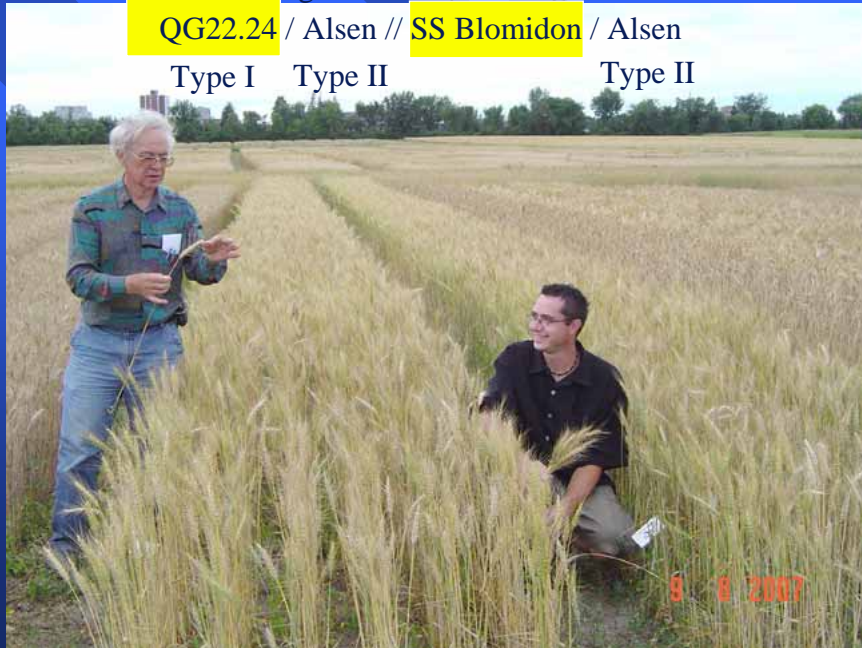
Croisement: janvier 2003
Sélection de la F1: été 2003

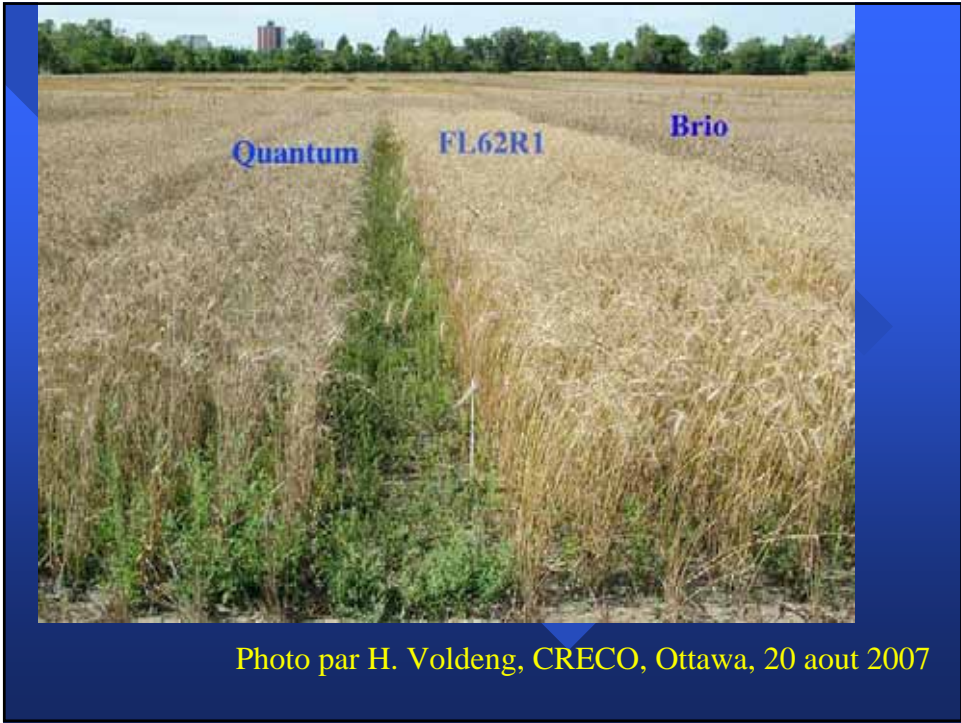


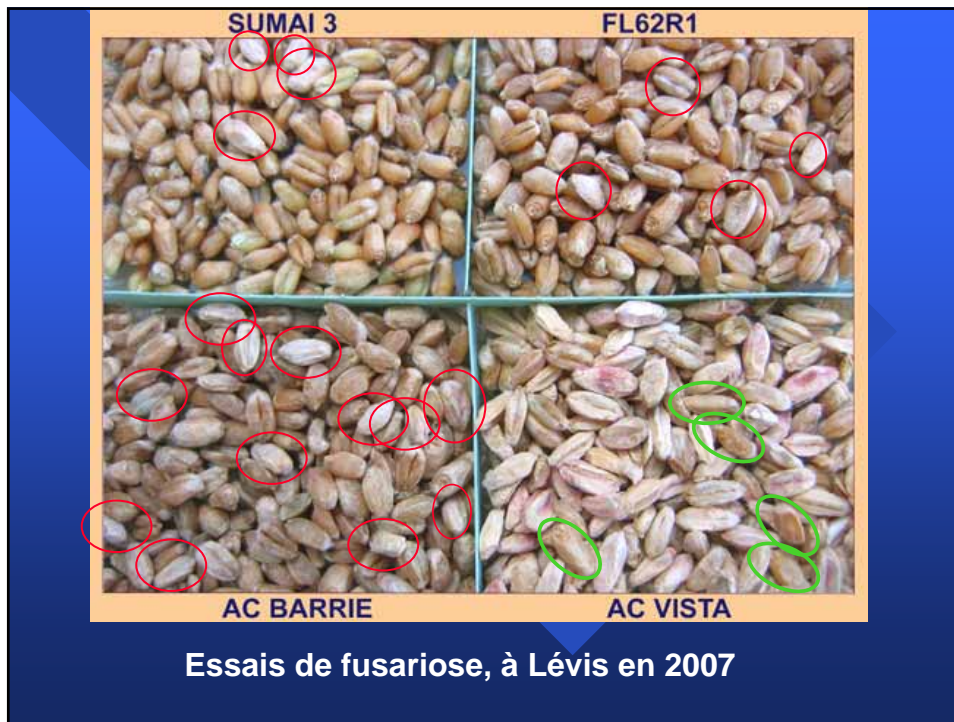
Lignée parentale FL62R1 à Ottawa, 8 aout 2007

Stratégie de François Langevin

QG22.24 / Alsen // SS Blomidon / Alsen
Type I Type II Type II







Une nouvelle méthode en génétique végétale

Connue au Brésil

Génétique
quasi conventionnelle
10 x + biodiversité
10 x + stress, maladies
5x à 100 x plus efficace



Zero Hora, 9 déc 2005

Excelle pour :
objectifs complexes, caractères génétiques régulés
(résistance ou réponse au stress), et interactions,
pour lesquels les autres méthodes « frappent le mur »

Méthode systémique

- Multiples critères de sélection incl. qualité
- Sélection beaucoup plus sévère

2 - 3 ans de progrès par an

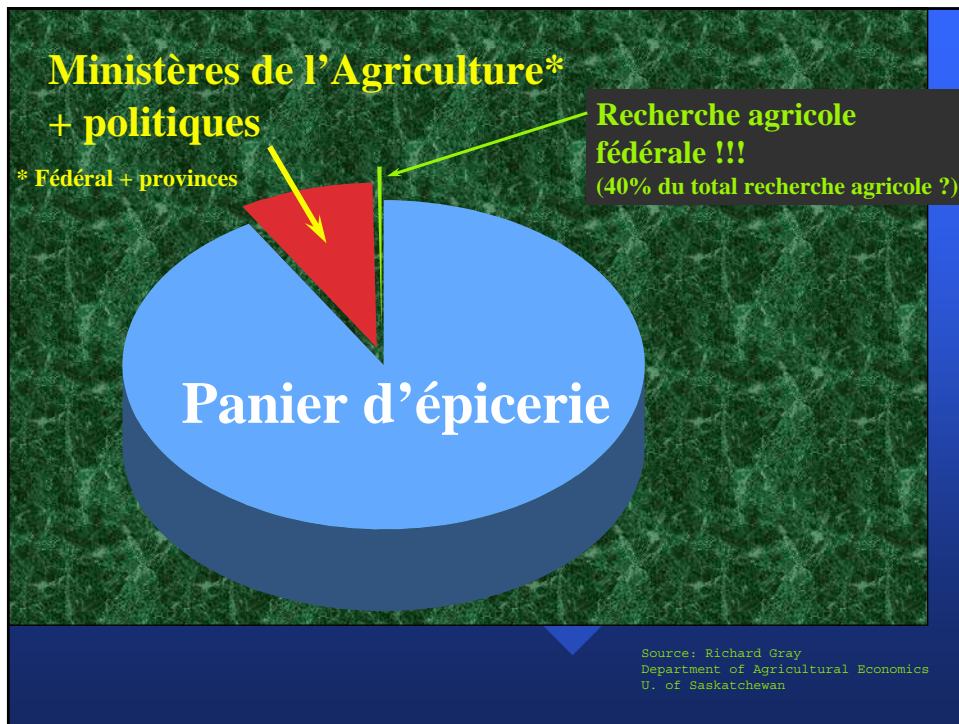
On entre-croise les meilleurs et recommence de 2 à 3 fois par année

Objectifs : atteints très vite

(2 - 4 ans)



- Choisir les meilleurs parmi les meilleurs
 - Envoyer aux améliorateurs (Dion, Voldeng, et autres)
- Place aux nouveaux objectifs !!!



Efficacité de l'eau

Efficacité azote

★ **Efficacité énergétique**

Efficacité minérale (P, Mn, N, etc.)

La carence en Mn rend l'eau, l'azote,
tous les engrais inefficaces

Manganèse

Essentiel, et
nécessaire à moins
de 5 mm des poils
absorbants
(Webb & Graham)

Agronome intéressé aux oligo:



Allélopathie + compétition

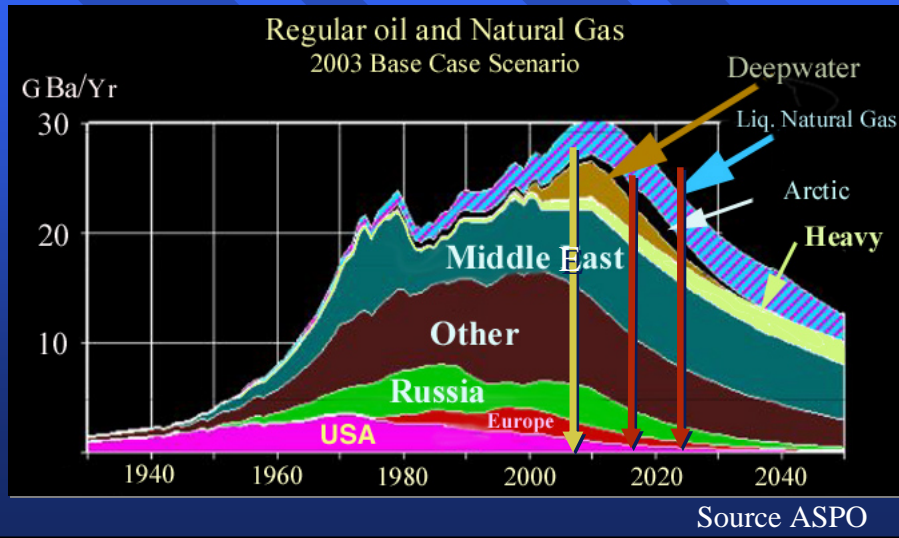
Brésil - Dr V.R. Caetano

Kaput en
5 semaines



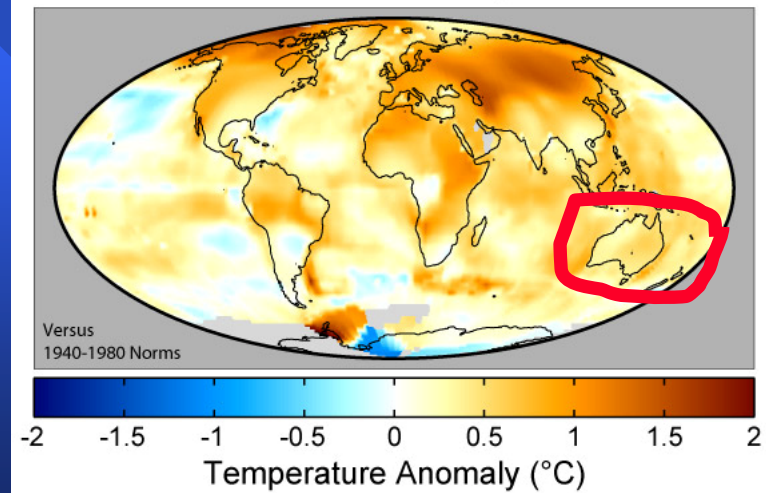
Herbicides: Problème environnemental majeur
au Canada - selon le Dr Allan Cessna, Environnement Canada

Le choc du futur: Quand on va manquer de pétrole...



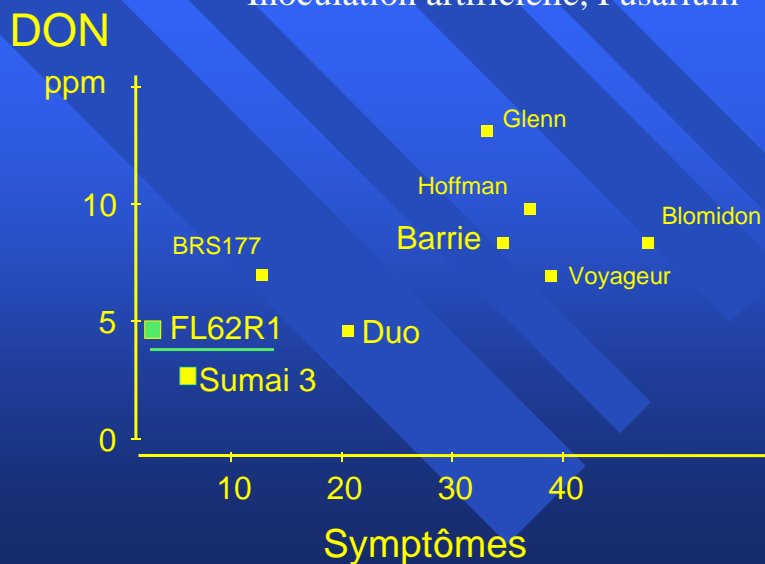
Résistance aux aléas climatiques

1995-2004 Mean Temperatures



Suite... 3e de 3

Données partielles disponibles - 2007
Inoculation artificielle, Fusarium

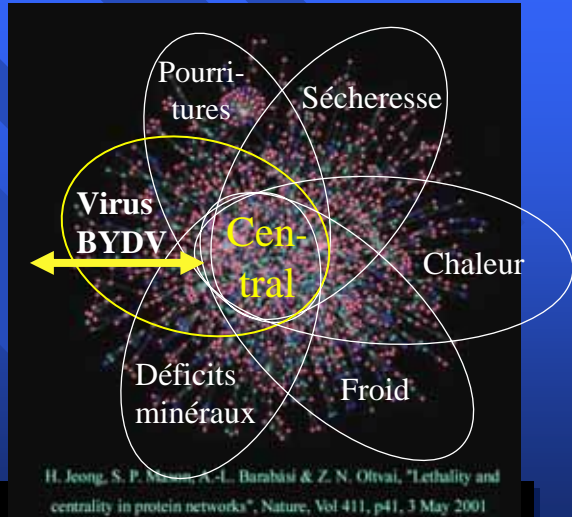


Essai RGCQ 3 sites + essai à Lévis, analyse par carrés moyens

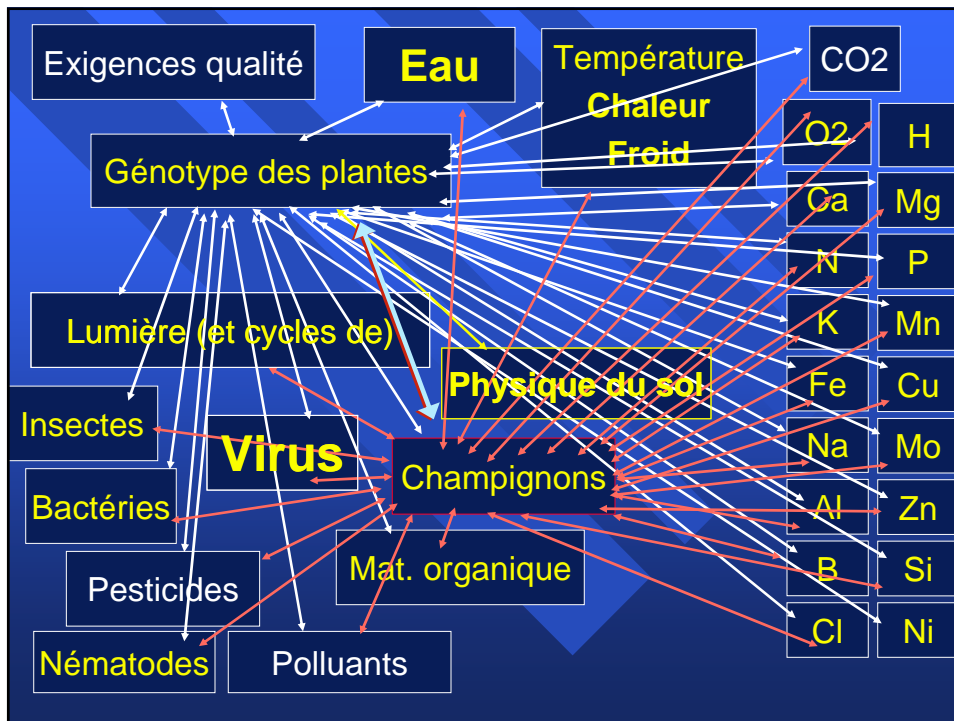
Méthode systémique:
Pourquoi ça marche ?

Régulation et centralité

Contrôle central de la redistribution des produits de la photosynthèse en réponse aux signaux de stress
 (Geiger & Servaites 1991)
 (Comeau et al. 2000)



Interdépendances: approche systémique ESSENTIELLE



Innovation québécoise :

**APPROCHE UNIQUE
PEU COÛTEUSE
RAPIDE**

EFFICACITÉ vs OGM?

CEROM:

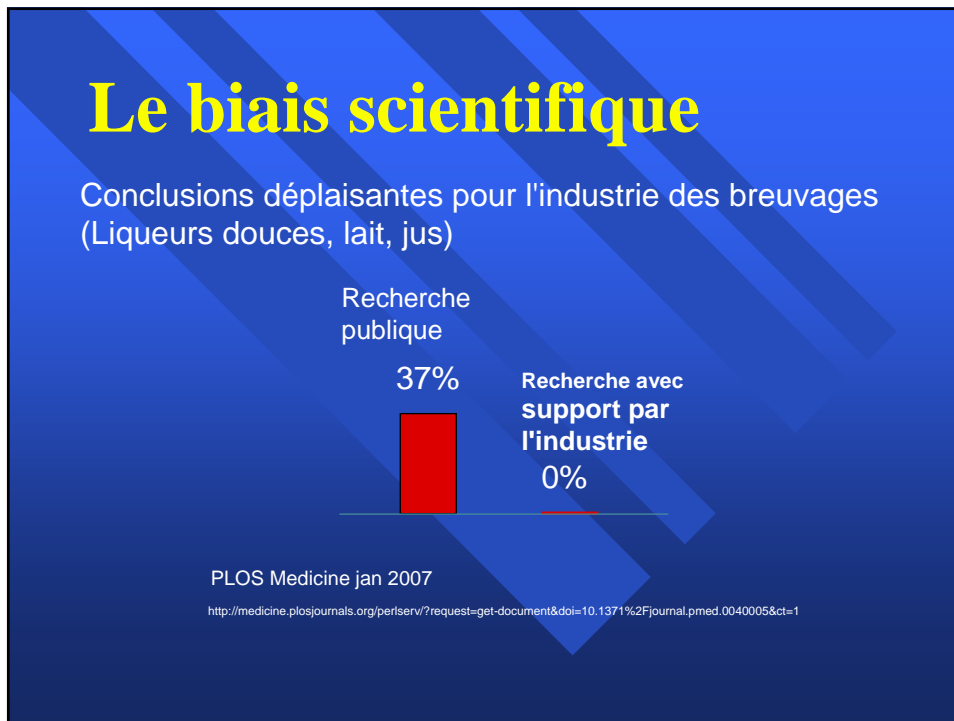
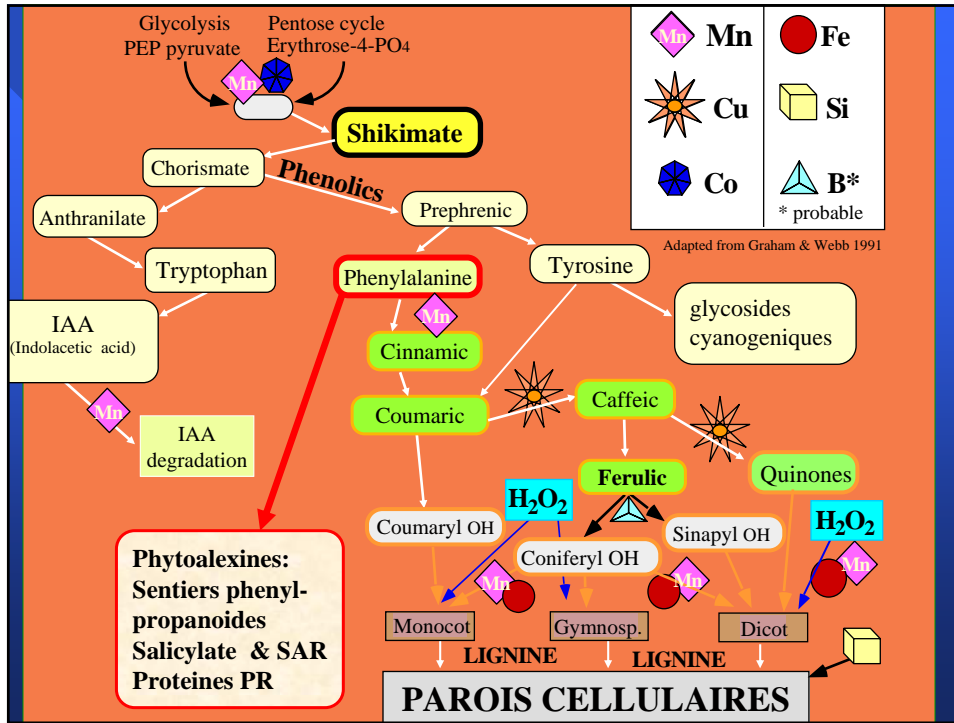
**équipé pour la qualité
panifiable**

**... résultat garanti si
on garde le cap**



Suite...(D)

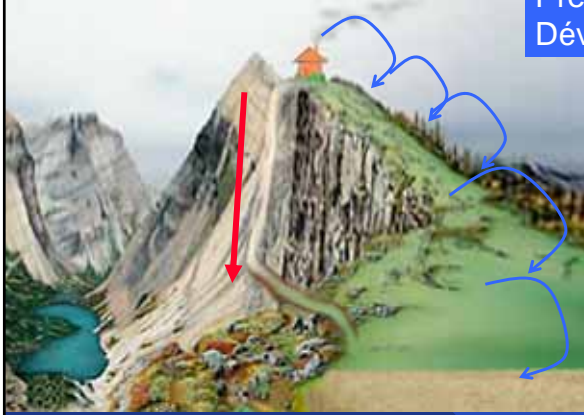
(Matériel non utilisé 3)



Recherche en amont

Étudier les maladies, les gènes

Pre-breeding,
Développer du germoplasme



Recherche en aval

(amélioration) (CEROM,
CRECO et cie privées)

Évaluation (RCGQ)

Production de semence

Champ du producteur

17 à 20 ans, basé sur notre expérience

La base génétique

- Québec-Ontario
- Ouest canadien
- Prov. Maritimes
- Dakota Nord
- CIMMYT, ICARDA
- Brésil
- Chine
- Japon
- Australie

- Allemagne
- N. Zélande

Progrès actuels

1923 Marquis

1896 Huron

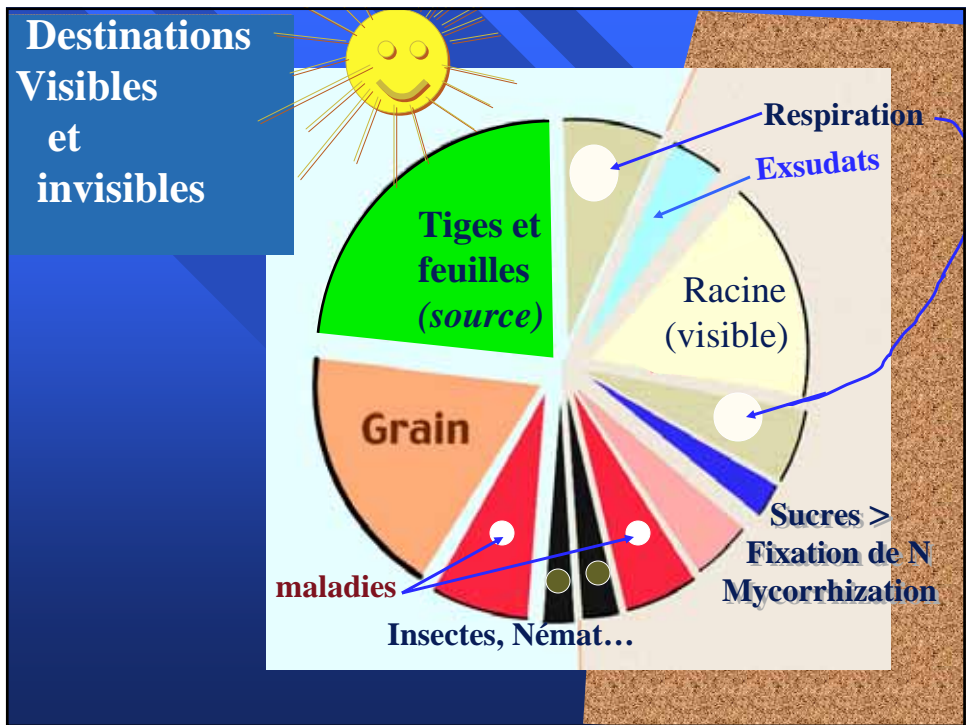
1842 Red Fife

2008 Exemple de nouveau blé

Marquis :
80% pertes
50% d'ergot et de grain fusarié

2004 Comeau

BYDV + FHB
+hypoxie légère?



An Inconvenient Truth

Une vérité qui dérange

Al Gore

Montée du niveau des mers

Changement des courants océaniques

Ouragans (*contesté*)

Tornades

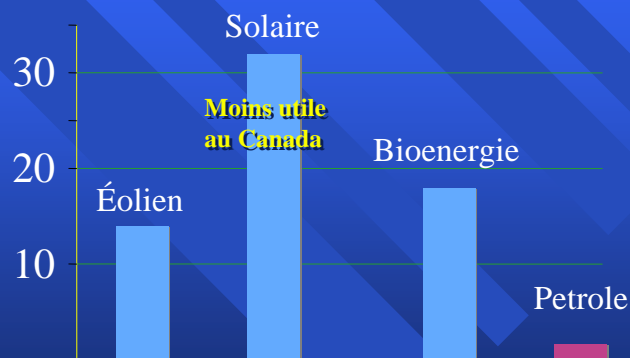
Augmentation des catastrophes

Plus de victimes que la guerre, ... déjà

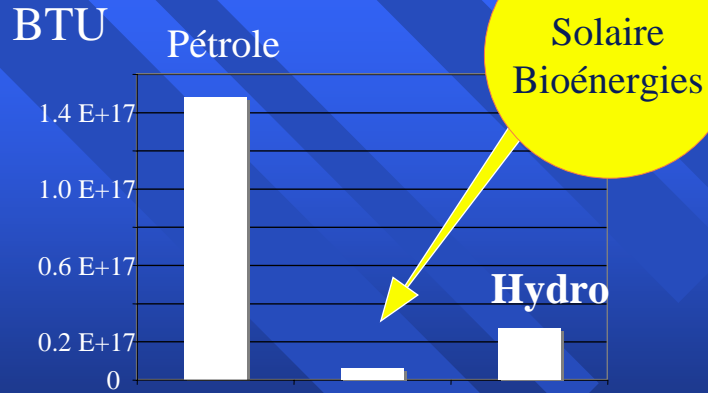
Désinformation par les pétrolières

Autres sources d'énergie?

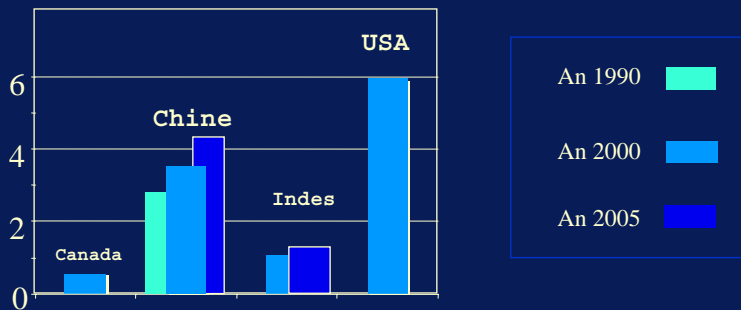
% croissance
annuelle



Autres sources d'énergie?



Le commerce international = source supplémentaire de CO₂



http://www.sustainabledevelopments.ie/content/category/16/environment?id_content=1198&Trade+can+'export'+CO2+emissions
 US imports of goods from China cause a greater production of Carbon dioxide than if the goods were made in the US.

the same scientists involved in this research are ignoring basic scientific principles, reaching false conclusions and giving the false impression that biotechnology is being properly managed.

Not enough is known about the technology to be using it in crops and foods, said Suzuki, adding that Canadians are being used as guinea pigs in a huge experiment.

<http://www.producer.com/subscriber/article/004/1123/story/2001123ae068.html>

Attitude de certains économistes

(verbal sans diapo?)

Il a fallu se battre un peu...

- Le blé = une espèce sans avenir
- Ça ne marchera pas, vous perdez votre temps

Impôt des québécois: fédéral + provincial

L'inflation à elle seule a
grugé 35-40% de la
puissance de recherche
publique fédérale en 30 ans

Baisse de 22 à 39% en 10 ans

Le Soleil jeudi 23 mars 2006 page C 1
Ltanguay@lesoleil.com

Agriculture et Agroalimentaire Canada

circa 250-300 M \$ en recherche scientifique
+ octrois, contributions, versements statutaires
Urgences, Inspection, Réglementation etc.

5 à 7 milliards \$ total
30 000 000 population

\$170 à 233 par canadien
\$580 à \$790 famille ?

Aliments sains
et à bon prix

ou vache folle, toxines, cadmium, résidus
d'antibiotiques, hormones et autres contaminants ?

Cadre politique agricole

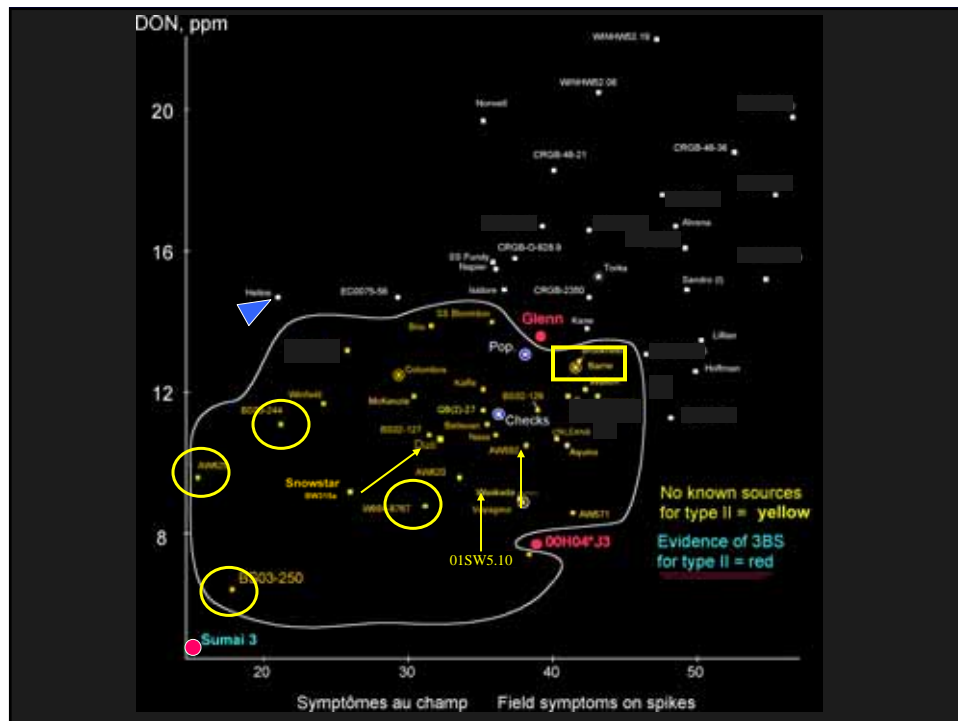
Buts

Gestion du risque

Sécurité qualité des aliments

Science & innovation

Etc.



2007

3 sites et DON

CEROM, Ag Can Quebec et CRECO, Ottawa

Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques: Présentation et résultats 2007

Journée d'information scientifique

Grandes cultures - CRAAQ

21 février 2008

Yves Dion, agronome (CÉROM)

Pierre Turcotte, Sylvie Rioux, André Comeau, Harvey D. Voldeng,
Judith Frégeau, Marc Savard, Pierre J. Hucl

Partenaires : Loïc Dewavrin, Simon Halde, Pierre Labonté, Pierre Verly



Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques

- Collaboration SPGBQ - CÉROM
- Subvention MAPAQ (2007-2009)
- Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique

Besoin des producteurs de grains biologiques du Québec :
disposer d'une information objective adaptée

- Valeur agronomique des cultivars
- Adaptation
- Qualités industrielles



Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques

Géré et opéré par le CÉROM

**Partenaires : producteurs biologiques
(SPGBQ)**

➤ Sites d'essais bio

Collaborateurs scientifiques

- Agriculture et agroalimentaire Canada
- Université de la Saskatchewan



Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques

CÉROM

➤ Yves Dion, Pierre Turcotte, Sylvie Rioux

Agriculture et agroalimentaire Canada

- André Comeau (CRDSGC, Ste-Foy)
- Harvey Voldeng, Judith Frégeau, Marc Savard (CRECO, Ottawa)

Université de la Saskatchewan

- Pierre Hucl (Crop Dev Centre, U. Saskatoon)



Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques

Choix des espèces : SSPGBQ et CÉROM

Tenant compte :

- des besoins les plus critiques
- de l'importance accordée aux marchés

Céréales à paille

- blé de printemps
- céréales d'automne
- épeautre

Soya

Lin



Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques

Les partenaires (SPGBQ) – Sites d'essais

Partenaires	Site	Espèce		
		Céréales	Soya	Lin
Loïc Dewavrin	Les Cèdres		✓	
Simon Halde	Saint-Mathias	✓	✓	✓
Pierre Labonté	Saint-Germain	✓		✓
Pierre Verly	Bromont	✓	✓	✓
CÉROM	St-Mathieu (BE)	✓	✓	✓



Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques

Les objectifs et la structure du réseau d'essais

**Répondre à deux besoins identifiés par le
SPGBQ et le CÉROM**

- **Disposer d'informations sur les cultivars commercialement disponibles et les cultivars susceptibles d'apparaître sur le marché**
- **Contribuer au développement de matériel génétique et de cultivars spécifiquement mieux adaptés aux conditions de la culture biologique**



Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques

La structure du réseau d'essais Céréales et soya

Essai « avancé »

- **Cultivars recommandés**
- **Cultivars et lignées : Enregistrement-recommandation du QC**

Essais préliminaires

- **Introduction dans l'essai avancé**
- **Sélection de lignées adaptées**
- **Évaluation du matériel génétique**
 - Développement de germoplasme
 - Amélioration génétique orientée vers la production biologique.
 - Possibilité d'objectifs différents des objectifs d'un programme d'amélioration génétique destiné à servir les besoins de l'agriculture conventionnelle.



Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques

Les réseaux : essais expérimentaux

- **Répétitions**
- **Disposition aléatoire**
- **Protocole standardisé**
- **Comparaison statistique du comportement des cultivars et lignées**
- **Essais avancés:**
 - **Deux répétitions par site**
 - **Maximiser le nombre de sites**
 - **Maximiser le potentiel d'information à partir des ressources financières disponibles.**



Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques

Mesures et observations - Résultats attendus

- **Adaptation générale**
 - **Performance agronomique**
 - **Les principales maladies**
- Fusariose de l'épi des céréales**
- **Conditions contrôlées avec inoculation artificielle**
 - **Détermination du pourcentage d'infection**
 - **Détermination du contenu des grains en vomitoxine (DON)**
- Qualité du blé**
- **Analyses du grain**
 - **Protéine, dureté et indice de chute en proche infrarouge (ARPIR)**
 - **Analyses de la farine (essai avancé)**
- Qualité du soya et du lin**
- **Protéine et huile (ARPIR)**
 - **Profil lipidique du lin : échantillons regroupés des sites jugés adéquats**



Parcelles d'essais 2007 du réseau biologique (CÉROM/SPGBQ – MAPAQ)

Essai	Nombre de sites	Nombre d'inscriptions	Nombre reps	Nombre parcelles site	Nombre parcelles total
Céréales					584
Blé - Avancé	4	25	2	50	200
Blé - Préliminaire	4	33	2	66	264
Epeautre	1	8	3	24	24
Blé automne	4	8	3	24	96
Soya					788
Avancé					
Bromont	1	40	2	80	80
St-Mathias	1	56	2	112	112
Les Cèdres	1	56	2	112	112
Beloëil	1	56	2	112	112
Préliminaire					
Bromont	1	30	2	60	60
St-Mathias	1	42	2	84	84
Les Cèdres	1	42	2	84	84
Beloëil - Gr. 1	1	30	2	60	60
Beloëil - Gr. 2	1	42	2	84	84
Lin					96
Avancé	4	12	2	24	96



Le réseau d'essais et de développement de cultivars de grains biologiques
Résultats 2007

Sommaire de l'analyse de variance des sites combinés

Modèle	Rendement en grains					Indice		
	PHL	PMG	Taille	Verse	Épiaison	Maturité	d'infection	
Bloc in Site								
Site	**	**	**	**	**	**	**	**
Cultivar	**	**	**	**	**	**	**	**
Cultivar x Site	N.S.	**	**	N.S.	**	**	**	**
Résidu								

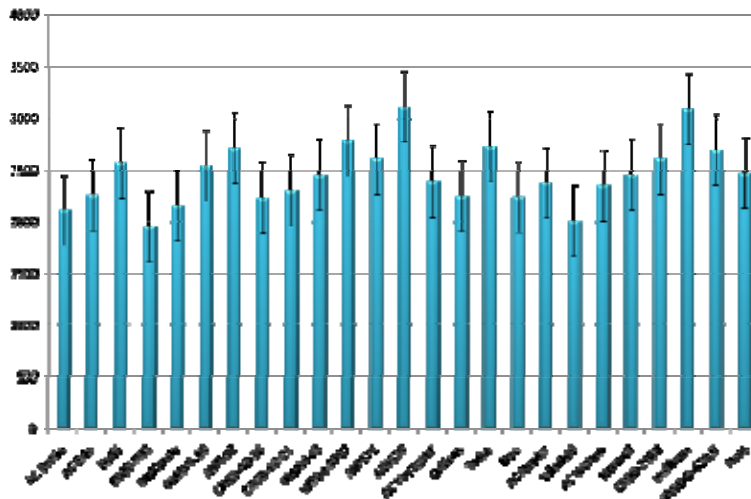


Sommaire - Moyennes combinées et moyenne par site pour le rendement en grains

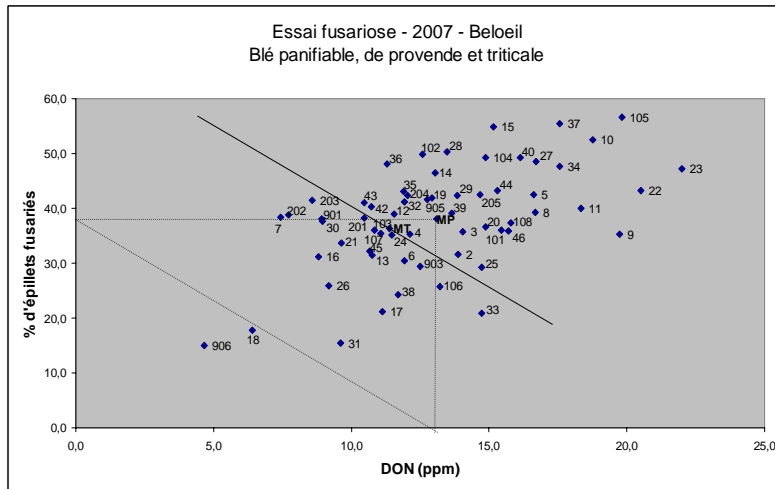
Cultivar	Rendement en grains				Moyenne	PHL	PMG	Taille	Verse	Épia.	Matu.
	BE	SM	SG	BR							
AC Barrie	1884	2639	2225	1670	2104	75.1	30.3	87.6	0	52	83
AC Brio	2269	2422	2677	1636	2251	74.2	32.4	91.6	1	54	85
Kaffé	1965	2475	3048	2745	2558	73.8	34.9	98.2	3	59	88
BS00-708	1969	2130	2210	1472	1945	76.8	32.8	93.6	3	50	80
McKenzie	2192	2285	2629	1496	2150	74.2	28.7	85.0	4	51	81
01SW5.10	2882	2540	2668	2047	2534	77.6	36.9	94.6	5	56	87
AW592	2483	2927	3132	2298	2710	74.4	32.9	98.6	2	53	85
CRGB-48-36	2035	2474	2412	1969	2222	75.2	33.9	103.4	4	57	87
CRGB-48-21	2285	2543	2572	1775	2294	78.3	32.1	96.0	2	58	90
00H04-J3	2190	2443	3072	2065	2442	77.7	31.5	92.9	2	54	86
W984-8767	2627	3241	3113	2119	2775	75.6	33.2	99.8	2	54	84
AW571	2473	2724	2912	2309	2604	74.3	33.7	93.7	1	52	84
AW620	3285	3117	3133	2902	3109	75.7	34.9	90.4	1	55	87
AC Voyageur	2245	2623	2767	1880	2378	74.3	29.4	93.6	2	54	84
Orléans	2463	2476	2185	1835	2239	74.4	32.5	90.4	1	53	84
Torka	2671	2737	3338	2138	2721	74.6	31.2	89.4	1	59	90
Duo	2614	2234	2481	1604	2233	77.3	32.3	93.2	2	55	85
AC Napier	2278	2166	3269	1770	2371	76.7	31.8	87.0	4	49	79
Winfield	2026	2206	2217	1535	1996	74.5	27.0	89.4	1	55	85
AC Walton	2731	2544	2208	1895	2344	73.2	31.4	90.4	0	54	86
Norwell	2313	2686	3204	1595	2449	76.7	30.4	79.2	3	49	82
CRGB-2350	2270	2659	2868	2611	2602	75.2	33.0	90.5	4	56	86
Hoffman	2946	3236	3501	2664	3087	74.8	39.6	95.0	4	54	86
CRGB-O-628,9	2748	2572	2885	2561	2691	75.5	38.2	95.6	5	54	84
Nass	2675	2249	2991	1936	2463	75.1	29.9	90.2	2	56	84



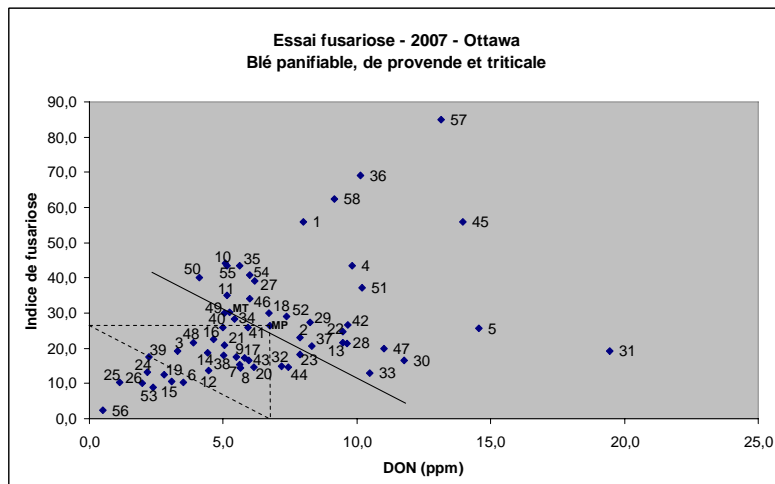
Rendement en grains (kg/ha)



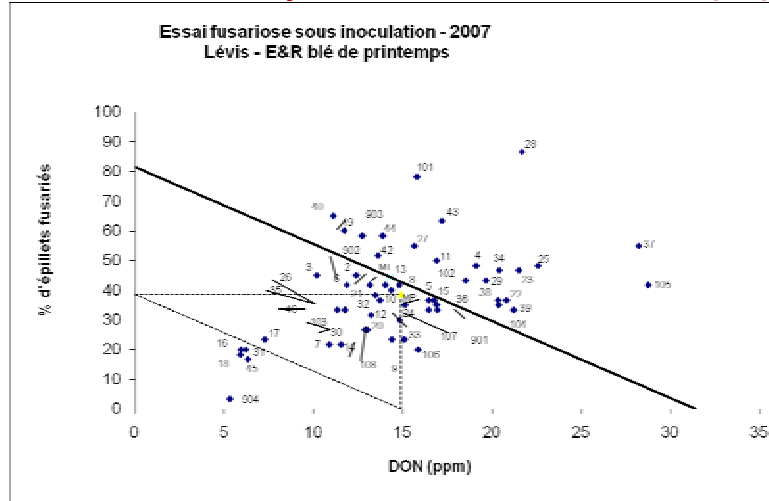
Fusariose de l'épi – Essais inoculé CÉROM



Fusariose de l'épi – Essais inoculé Ottawa



Fusariose de l'épi – Essais inoculé Lévis (SF)



CEROM
Centre de Recherche en Océanographie et en Ressources Maritimes





























