

# À la recherche des gènes de résistance à la sclérotiniose

ELMER IQUIRA<sup>1</sup>, HUMIRA SONAH<sup>1</sup> ET FRANÇOIS BELZILE<sup>1</sup>

1. Département de Phytologie, Pavillon Charles-Eugène-Marchand, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec, Qc, Canada G1V 0A6

Elmer.iqura,1@ulaval.ca

**Mots clés:** QTL, sclérotiniose, résistance à la maladie, méthode d'inoculation.

Au Québec, le soja est une culture relativement récente qui a connu une expansion considérable ces dernières années. Comme on pourrait s'y attendre, l'augmentation de la superficie cultivée en soja s'est accompagnée d'une augmentation de l'incidence de certaines maladies. Parmi celles-ci, la sclérotiniose, causée par *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, est la plus importante en raison de conditions relativement fraîches et humides qui sont fréquentes lors de nos étés. Le moyen de contrôle le plus prometteur, tant en termes de coût que d'efficacité, est de développer des cultivars résistants en combinant différentes sources de résistance. Toutefois, au sein du matériel génétique de soja canadien, ces sources de résistance sont rares. De plus, l'intensité de la maladie dans le champ varie considérablement d'une année à l'autre, ce qui rend difficile le travail de sélection lorsque la maladie ne se manifeste pas uniformément. Dans un tel contexte, il serait avantageux de pouvoir identifier les lignées dotées d'une résistance génétique sur la simple base de leur bagage génétique plutôt que leur comportement au champ. Pour ce faire, il faut trouver des marqueurs génétiques qui nous renseignent sur la résistance que présente une lignée.

Le but de ce travail était de caractériser le degré de résistance à la sclérotiniose chez des lignées exotiques du soja (provenant principalement de la Chine et du Japon) et d'identifier des marqueurs génétiques permettant de faciliter le transfert de cette génétique favorable au sein de lignées canadiennes. Nous avons mesuré la résistance à la progression de l'agent pathogène par une nouvelle méthode d'inoculation développée dans notre laboratoire (Bastien et al., 2012) sur une population de 101 lignées de soja, dont 50 accessions avaient été rapportées comme résistantes à la sclérotiniose (Hoffman et al., 2002). Cette méthode a permis d'identifier, parmi toute la collection, sept accessions exceptionnellement résistantes à la maladie. En caractérisant la collection de 101 lignées avec 8397 marqueurs génétiques (SNP) au moyen d'une approche de génotypage très efficace que nous avons développée chez le soja (Sonah et al. 2013), nous avons pu identifier des marqueurs associés à la résistance dans cette collection. Ces marqueurs pourront être employés pour faciliter le développement de cultivars de soja plus résistants à la maladie.

## Références

- Bastien, M.; Huynh, T.; Giroux, G.; Iqura, E.; Rioux, S. and Belzile, F. (2012). A reproducible assay for measuring partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. *Can. J. Plant Sci.* 92: 279-288.
- Hoffman DD, Diers BW, Hartman GL, Nickell CD, Nelson RL, Pedersen WL, Cober ER, Graef GL, Steadman JR, Grau CR, Nelson BD, del Rio LE, Helms T, Anderson T, Poysa V, Rajcan I and Stienstra WC, 2002. Selected soybean plant introductions with partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant disease* 86: 971-980.
- Sonah, H.; Bastien, M.; Iqura, E.; Tardivel, A.; Légaré, G.; Boyle, B.; Laroche, J.; Larose, S.; Jean, M. and Belzile, F. (2013). An improved genotyping by sequencing (GBS) approach offering increased versatility and efficiency of SNP discovery and genotyping. *Plos One*, Volume 8: Issue 1.

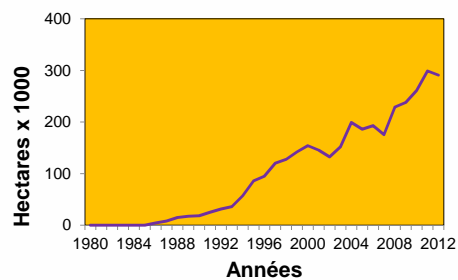
# À la recherche des gènes de résistance à la sclérotiniose

Journée d'information scientifique  
Grandes cultures  
21/02/2013



## Le soja au Québec

- Culture récente
- Superficie cultivée augmente continuellement



ISQ, 2010

- **Maladies font leur apparition**

## La sclérotiniose (pourriture à sclérotés)

- *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary
  - Maladie la plus importante du soja au Québec

1

**Humidité élevée  
Température fraîche**

2

**Sclérotés**



3

**Cultivar sensible**



## Moyens de contrôle

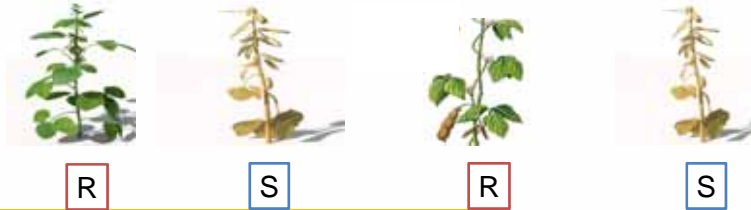
- Pratiques culturales
    - Rotation de cultures (Rousseau et coll., 2007)
    - Espacement des rangs (Grau et Radke, 1984)
    - Travail minimal du sol (Mueller et coll., 2002)
  - Contrôle chimique
    - Topsin ®
  - Contrôle biologique
    - Contans ®, Serenade ®
  - Résistance génétique
    - Cultivars résistants : Majesta, M Donovan
- Peu efficaces  
coûteux
- Efficace  
peu coûteuse

## Défis de la sélection pour la résistance génétique

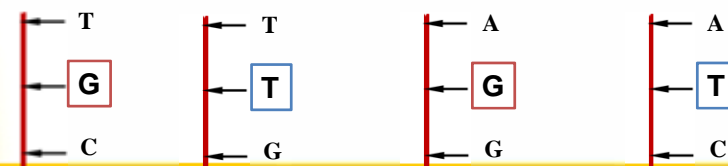
- Génétique complexe
  - Composantes diverses (Kim et coll., 1999)
    - Évitement/morphologie
    - Résistance physiologique
  - Caractère multigénique (Hoffman et coll., 1999)
- **Solution : Sélection assistée par marqueurs**
  - Marqueurs SNP associés à la résistance

## Cartographie génétique

1 Déterminer le phénotype (résistance à la sclérotiniose)



2 Déterminer le génotype (marqueurs SNP)



## Objectifs de recherche

---

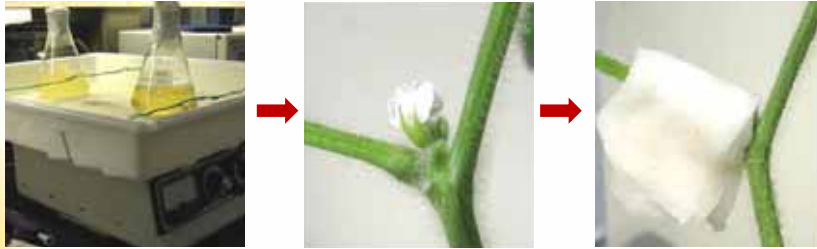
- Caractériser le degré de résistance à la sclérotiniose d'une population des lignées exotiques de soja
- Identifier les régions liés à la résistance chez une population des lignées exotiques par une approche de cartographie par association

## Matériel et méthodes

---

- Population
  - 101 lignées (50 lignées résistantes) (Hoffman et coll. 2002)
- Phénotypage
  - Longueur de la lésion
    - Méthode du coton (Bastien et coll. 2012)
- Génotypage
  - Marqueurs SNP
    - Approche GBS (Génotypage par séquençage, Sonah et coll. 2013)

## Phénotypage : méthode du coton



## Mesure de la longueur de la lésion

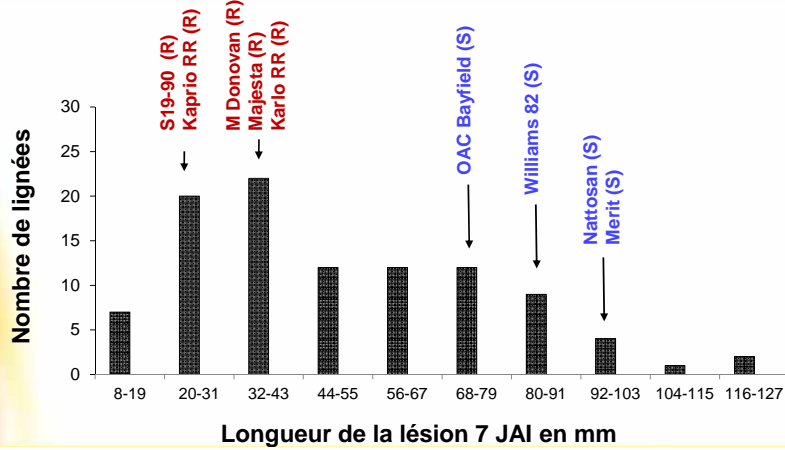


Lésion  
courte  
**Résistant**

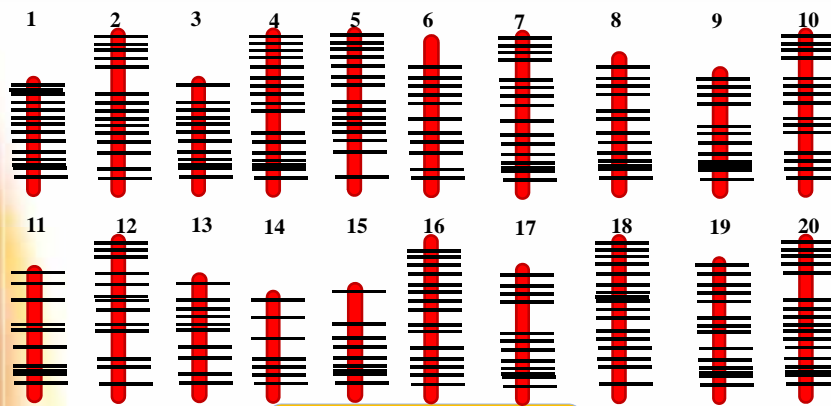


Lésion  
longue  
**Sensible**

## Il existe des lignées plus résistantes que les témoins résistants

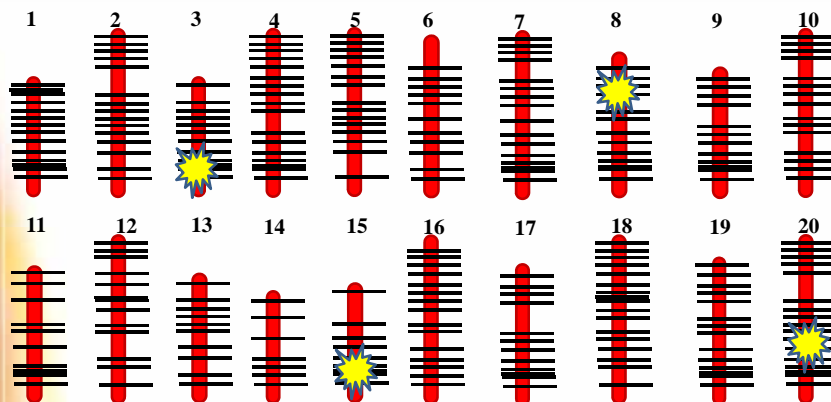


## Génotypage : 8 397 marqueurs SNP sur les 20 chromosomes du génome du soja



- 20 chromosomes
- 8 397 marqueurs SNP

## 4 régions du génome contrôlent la résistance à la sclérotiniose chez le soja



## Les lésions chez les lignées portant des allèles de résistance sont plus courtes

Chrom.	Allèle R LL (mm)	Allèle S LL (mm)	Différence (mm)
Gm03	46,7	79,4	32,7
Gm08	48,1	101	52,8
Gm20	42,6	64,3	21,6
Gm15	46,9	80,5	33,5



## Génotype des lignées les plus résistantes et les plus sensibles

Lignées	Gm03	Gm08	Gm15	Gm20	LL (mm)
PI 391589B	Résistante	Résistante	Résistante	Résistante	13
PI 423949	Résistante	Résistante	Résistante	Résistante	15
PI 603148	Résistante	Résistante	Résistante	Résistante	16
PI 507352	Résistante	Résistante	Résistante	Résistante	16
PI 561345	Résistante	Résistante	Résistante	Sensible	17
PI 196157	Résistante	Résistante	Résistante	Résistante	18
PI 398637	Résistante	Résistante	Résistante	Résistante	19
PI 494182	Résistante	Sensible	Sensible	Sensible	88
PI 548354	Sensible	Résistante	Sensible	Sensible	89
PI 437654	Résistante	Sensible	Résistante	Sensible	97
PI 507354	Résistante	Sensible	Sensible	Sensible	100
PI 468903	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	111
PI 561284	Sensible	Résistante	Résistante	Sensible	117
PI 468915	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	124

Légende  
■ Résistante  
■ Sensible

UNIVERSITÉ LAVAL  
 Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

## Conclusions

- De nouvelles sources de résistance ont été identifiées grâce à la méthode du coton
  - Possibilité de varier les sources de résistance
- Quatre régions du génome sont associées à la résistance à la sclérotiniose
  - Rend possible la sélection assistée par marqueurs
  - Permet de combiner plusieurs QTL de résistance dans une seule lignée
  - Réduit le temps pour sélectionner des lignées résistantes

# Merci beaucoup

## Remerciements



Fonds de recherche  
sur la nature  
et les technologies  
Québec



### Université Laval :

François Belzile

Martine Jean

Huma Sonah

Martin Lacroix

Denis Marois

Personnel du Labo d'analyse génomique

Personnel de bio-informatique

