

# REDUCING HEIGHT WITHOUT INCREASING DISEASES

Pascal GIRAUDEAU

PARTENAIRES



# GÈNES DE NANISME ET MALADIES

- Introduction: effet des gènes de nanisme sur les différentes maladies
- Effets de nouvelles sources de réduction de hauteur sur les maladies:
  - NILs Avalon\*Cadenza
  - Mutants EMS Paragon
- Résistance à la fusariose de populations fixées pour leurs gènes de nanisme

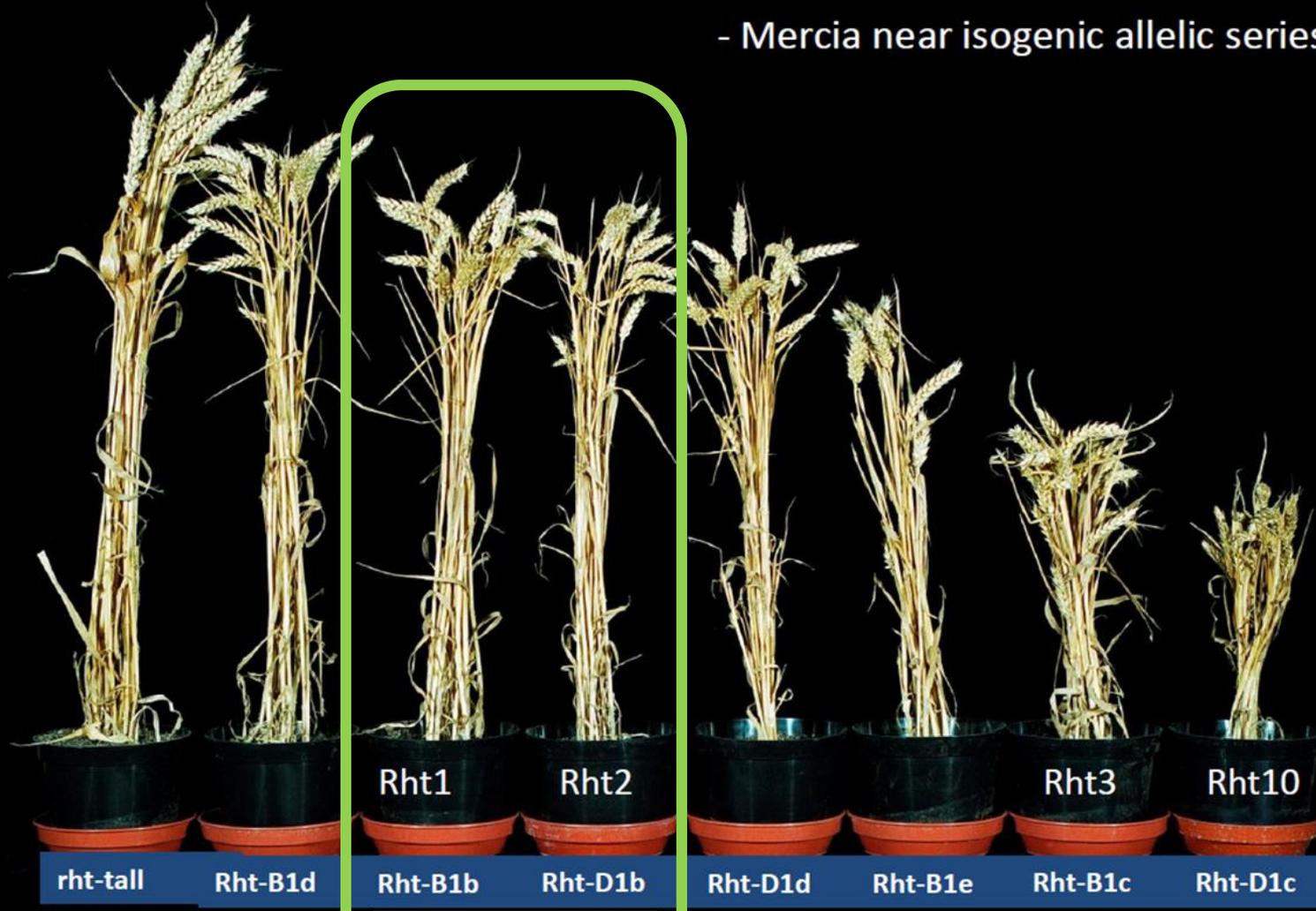
# LES GÈNES DE LA RÉVOLUTION VERTE

- Introduits dans les années 1960
- Ont permis une augmentation très nette des rendements
  - Résistance à la verse
  - Augmentation de l'indice de récolte
- RhtB1-b (Rht1) et RhtD1-b (Rht2) largement répandus dans variétés de blés cultivées en France
  - Sur un panel de 270 variétés en 2012:
    - Rht1: 22%
    - Rht2: 72%
    - Seules 6% des variétés sans gène majeur de nanisme: Apache et quelques-uns de ses dérivés + variétés allemandes, souvent hautes



# Reduced height (*Rht*) phenotypes

- Mercia near isogenic allelic series



Rht1

Rht2

Rht3

Rht10

rht-tall

Rht-B1d

Rht-B1b

Rht-D1b

Rht-D1d

Rht-B1e

Rht-B1c

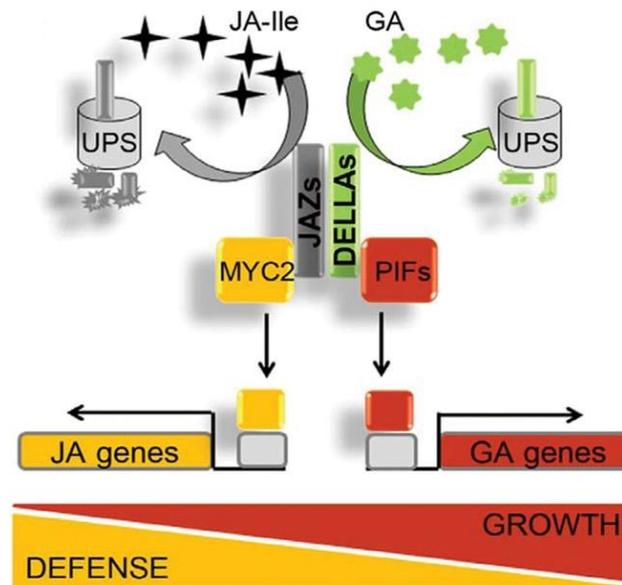
Rht-D1c

Semi dwarfs

Severe dwarfs

# EFFET DES GÈNES RHT SUR LES MALADIES

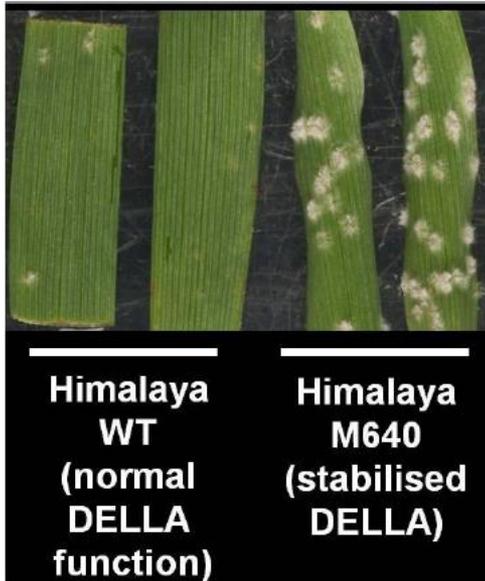
- Codent pour des protéines DELLA:
  - répresseurs de croissance en réponse à l'acide gibbérellique (GA)
  - Contrôlent la mort cellulaire
  - Modifient la balance hormonale SA/JA+ET



# EFFET DES GÈNES RHT SUR LES MALADIES

## Biotroph

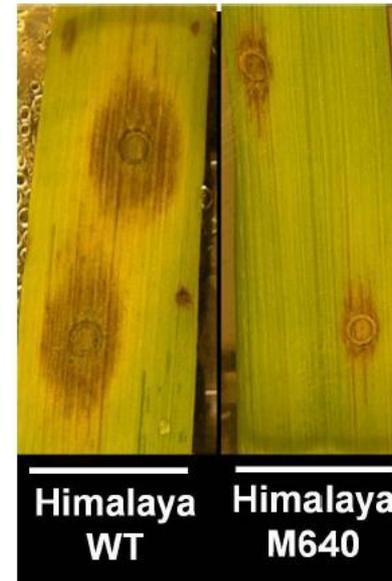
(*Blumeria graminis*)



DELLA stability confers  
increased **SUSCEPTIBILITY**

## Necrotroph

(*Fusarium graminearum*)



DELLA stability confers  
increased **RESISTANCE**

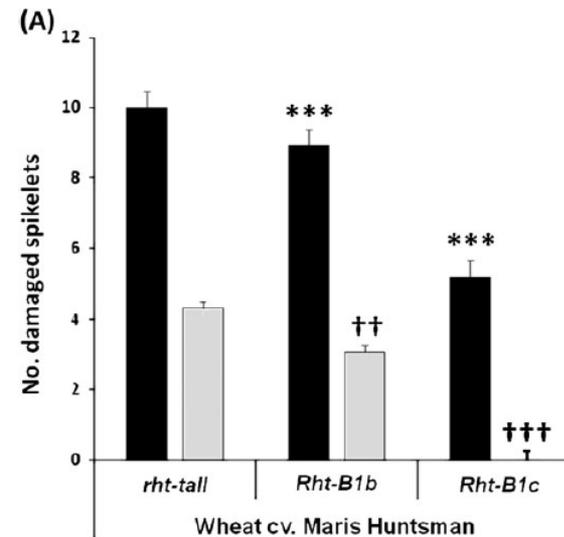
Saville et al. (2011)

# FUSARIUM, UN CHAMPIGNON HÉMIBIOTROPHE

**Table 3.** The effect of *Rht* alleles on Type 1 resistance to *Fusarium* Head Blight assessed as % Spikelets infected

Experiment	Genotype	% Spikelets infected	SEM	P-value
Field	<i>rht-tall</i>	11.7	±2.1	
	<i>Rht-B1b</i>	15.8	±2.1	0.185
	<i>Rht-B1c</i>	25.0	±2.1	<.001
Polytunnel	<i>rht-tall</i>	18.8	±0.9	
	<i>Rht-B1b</i>	24.2	±1.0	<.001
	<i>Rht-B1c</i>	35.9	±1.1	<.001

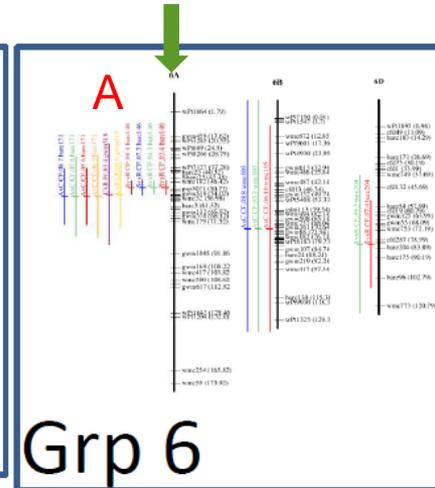
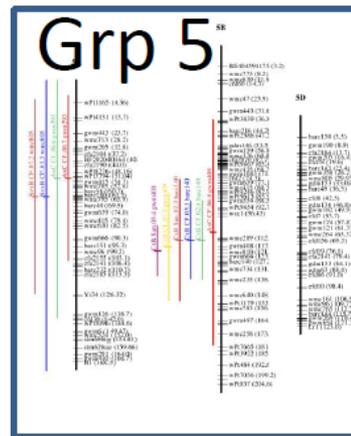
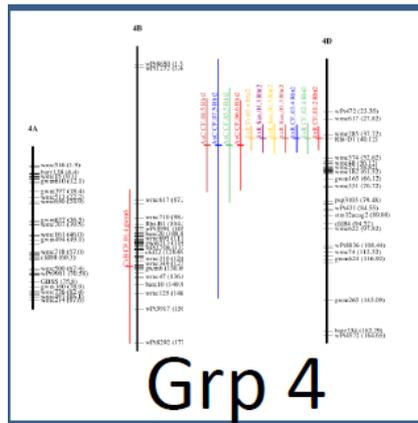
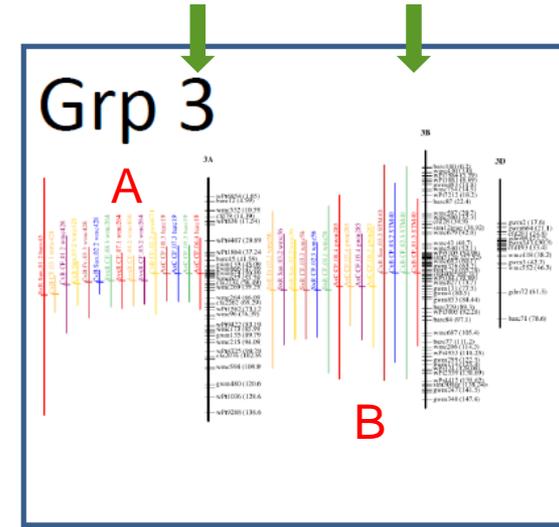
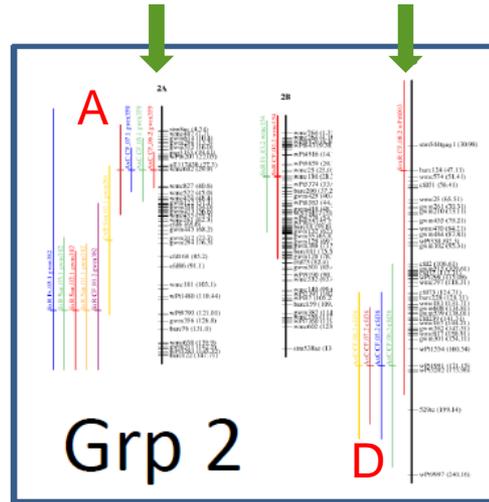
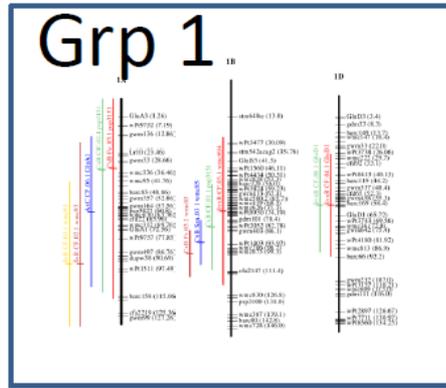
Infection initiale (Résistance type 1)  
= Phase biotrophe  
Rht1 + **sensible** que allèle sauvage



Progression dans l'épi (Résistance type 2)  
= Phase nécrotrophe  
Rht1 + **résistant** que type sauvage



# QTLs DE HAUTEUR DÉTECTÉS DANS PLUSIEURS POPULATIONS



# NILS AVALON\*CADENZA

- Lignées porteuses des différents QTLs rétrocroisées dans fond génétique Avalon et Cadenza
- 2013: QTL 2D et 3A
  - JIC: 108 lignées dans fond génétique Cadenza et Avalon
  - CETAC 4 lieux: 38 lignées dans fond génétique Cadenza
- 2014 et 2015: 70 lignées avec QTL 2A, 2D, 3A, 3B et 6A sélectionnés par paires
  - JIC
  - 3 sites CETAC
- Evaluation en pépinière fusa



# NILS AVALON\*CADENZA

## ○ Résultats

- Différences moyennes de hauteur et de sensibilité à la fusariose entre les allèles Cadenza et Avalon

Both backgrounds 2014			
QTL	Height differential	AUDPC differential	AUDPC per cm
2A	-3.17	170.05	-53.5
2D	13.19	-109.23	-8.279
3A	-4.62	121.5	-26.27
3B	-9.75	173.87	-17.83
6A	-4.75	-51.718	10.88

Both backgrounds 2015			
QTL	Height differential	AUDPC differential	AUDPC per cm
2A	-3.0	5.5	-1.81
2D	12.7	-216.2	-17.0
3A	-5.2	223.3	-43.1
3B	-6.0	207.8	-34.6
6A	-3.6	35.6	-10.0

- Tous les allèles conférant une réduction de hauteur impliquent une augmentation de la sensibilité à la fusariose
- QTL 2D: pas d'effet sur l'épiaison mais allèle haut confère une moindre sensibilité à la rouille jaune

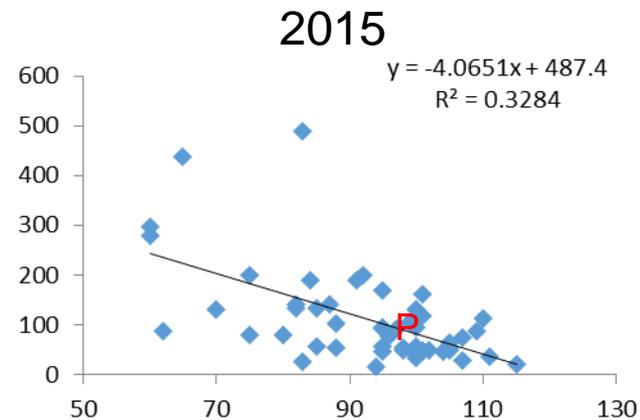
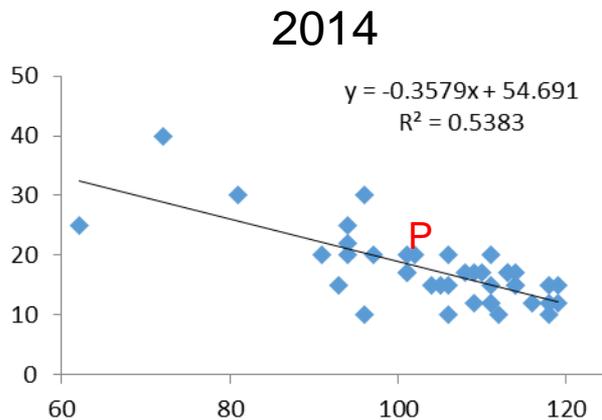
# EVALUATION FUSARIOSE DE MUTANTS HAUTEUR

- Lignées variant pour la hauteur dans population de mutants EMS de Paragon
- Quantités limitées de semences
- JIC:
  - 39 lignées en 2014
  - 50 lignées en 2015
- CETAC:
  - 34 lignées en 2015

# MUTANTS EMS PARAGON

## ○ Résultats

- Différences moyennes de hauteur et de sensibilité à la fusariose entre les allèles Avalon et Cadenza



- Tous les allèles conférant une réduction de hauteur impliquent une augmentation de la sensibilité à la fusariose

# QTLs DE RÉSISTANCE FUSA DANS DES POPULATIONS FIXÉES POUR LEURS GÈNES DE NANISME

- Population Barok\*Bermude
  - 132 individus dérivés de SSD
  - Barok et Bermude portent tous les 2 RhtD1-b
  - Barok plus résistant (6) que Bermude (3.5)
  - Génotypés avec puce Bristol 35K
  - Carte génétique avec 2483 marqueurs, 47 linkage groups pour une taille de 4272 cM
  - 8 essais en France en 2014, 2015 et 2016

# POP BAROK\*BERMUDE

## ○ Résultats

- Population relativement homogène pour hauteur et épiaison
- Années d'expérimentation peu favorable à l'expression des symptômes
- Présence massive de *Microdochium* en 2016
- Pas ou peu de QTL à effet suffisamment fort

Marker	Chrom. Position (cM)	Log(10)	Max. % Expl.	High Allele
AX-94758722_1BL	1B (3.2 cM)	4.19	11.75	Barok
AX-95160899_2BS	2B (278 cM)	6.07	16.99	Bermude
AX-95024486_2DL	2B (16 cM)	3.25	14.50	Bermude
AX-94574405_5AL	5A (129 cM)	4.6	10.33	Bermude
AX-95008466_7AL	7A (66 cM)	5.58	13.11	Bermude

# QTLs DE RÉSISTANCE FUSA DANS DES POPULATIONS FIXÉES POUR LEURS GÈNES DE NANISME

- Population Sokal\*Oakley
  - 95 individus dérivés d'HD
  - Sokal et Oakley portent tous les 2 RhtB1-b
  - Sokal plus résistant (6.5) que Oakley (3)
  - Génotypés avec puce Bristol 35K
  - Carte génétique avec 927 marqueurs, 57 linkage groups pour une taille de 3784 cM
  - 7 essais en France en 2015 et 2016

# POP SOKAL\*OAKLEY

## ○ Résultats

- Population assez diverse pour hauteur, épiaison, fusa et rouille jaune
- Années d'expérimentation peu favorable à l'expression des symptômes
- Présence massive de *Microdochium* en 2016
- Quelques QTL à effet fort dont un (chr3A) très fort

Marker	Chrom. Position (cM)	Log(10)	Max. % Expl.	High Allele
AX-94433044_3AS	3A (113cM)	8.66	41.91	Oakley
AX-94540502_3DL	3A (117 cM)	4.75	20.69	Oakley
AX-94571885_1DL	6D (20 cM)	6.03	21.36	Oakley
AX-94465240_7BL	7B/5B (139 cM)	5.12	23.69	Oakley

# CONCLUSIONS

- La diminution de hauteur de la plante est systématiquement corrélée à une augmentation de symptômes de fusariose, en présence des gènes Rht ou non (effet pléiotropique)
- Pas de ressource nouvelle intéressante
- Reste à explorer les effets d'autres gènes de nanisme, affectant d'autres voies hormonales (Rht8 par ex)
- Cumul de QTL de résistance à la fusa plus que jamais pertinent