



# Les différents objectifs de la modélisation pour la protection des cultures.



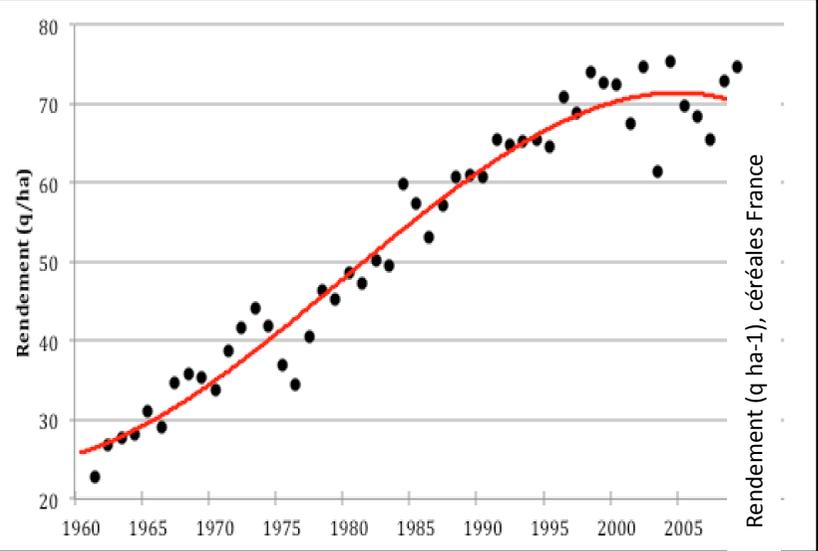
Jean-Noël Aubertot, UMR AGIR, Toulouse

30/11/2015

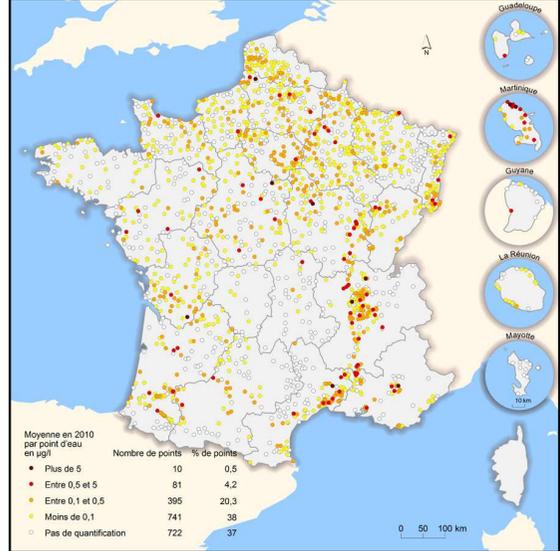
# PLAN

## 1) Introduction

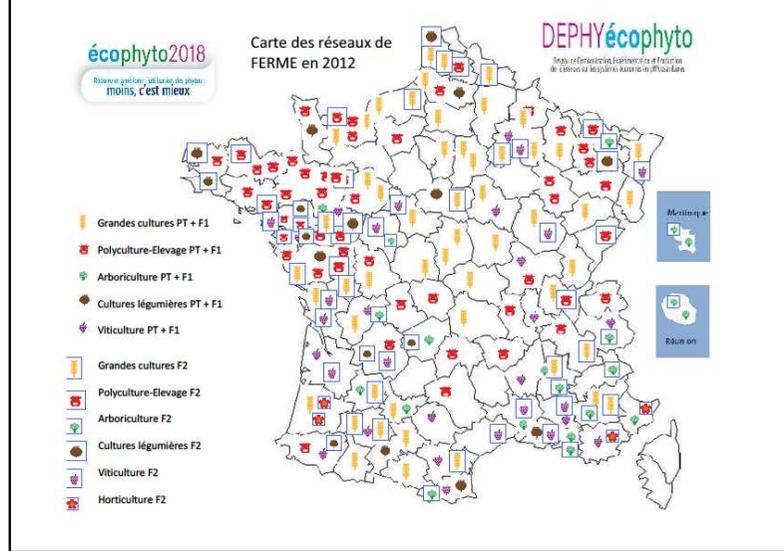
# Enjeux sociétaux



World Bank, 2012



SOeS 2012



ECOPHYTO

Nécessité de limiter les dommages tant quantitatifs que qualitatifs causés par les bioagresseurs

Nécessité de limiter l'utilisation des pesticides

➔ La gestion agroécologique des bioagressions apparaît comme le levier prioritaire à mobiliser pour répondre au double enjeu « produire plus et mieux »

Efficiency  
Substitution  
Reconception

Hill and MacRae (1995)



## PLAN

- 1) Introduction
- 2) Modéliser pour cerner les enjeux (pertes de récolte)
- 3) Modéliser pour augmenter l'efficacité des traitements (niveaux E et S)
- 4) Modéliser pour aider à reconcevoir les systèmes de culture (niveau R)
- 5) Conclusion/perspectives

# PLAN

1) Introduction

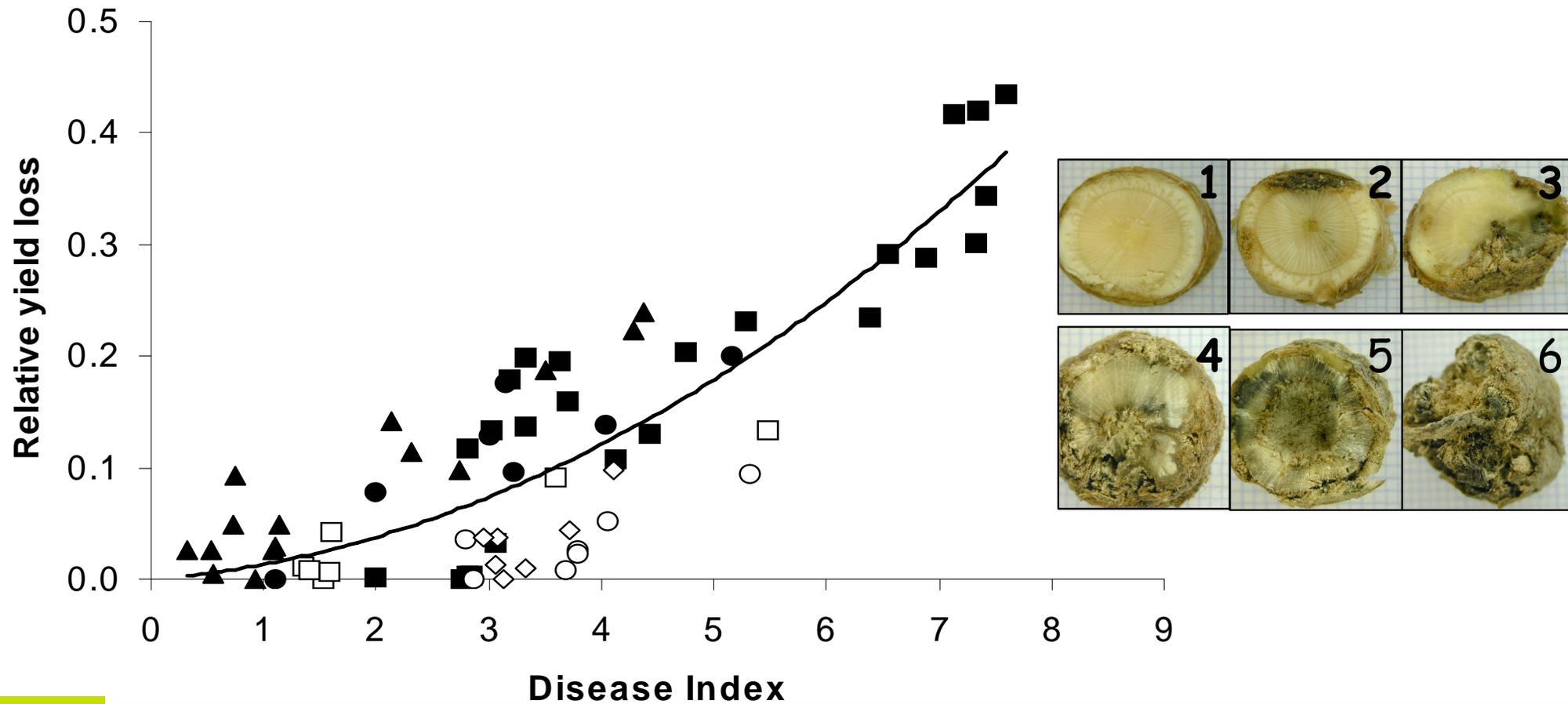
2) Modéliser pour cerner les enjeux (pertes de récolte)

3) Modéliser pour augmenter l'efficacité des traitements (niveaux E et S)

4) Modéliser pour aider à reconcevoir les systèmes de culture (niveau R)

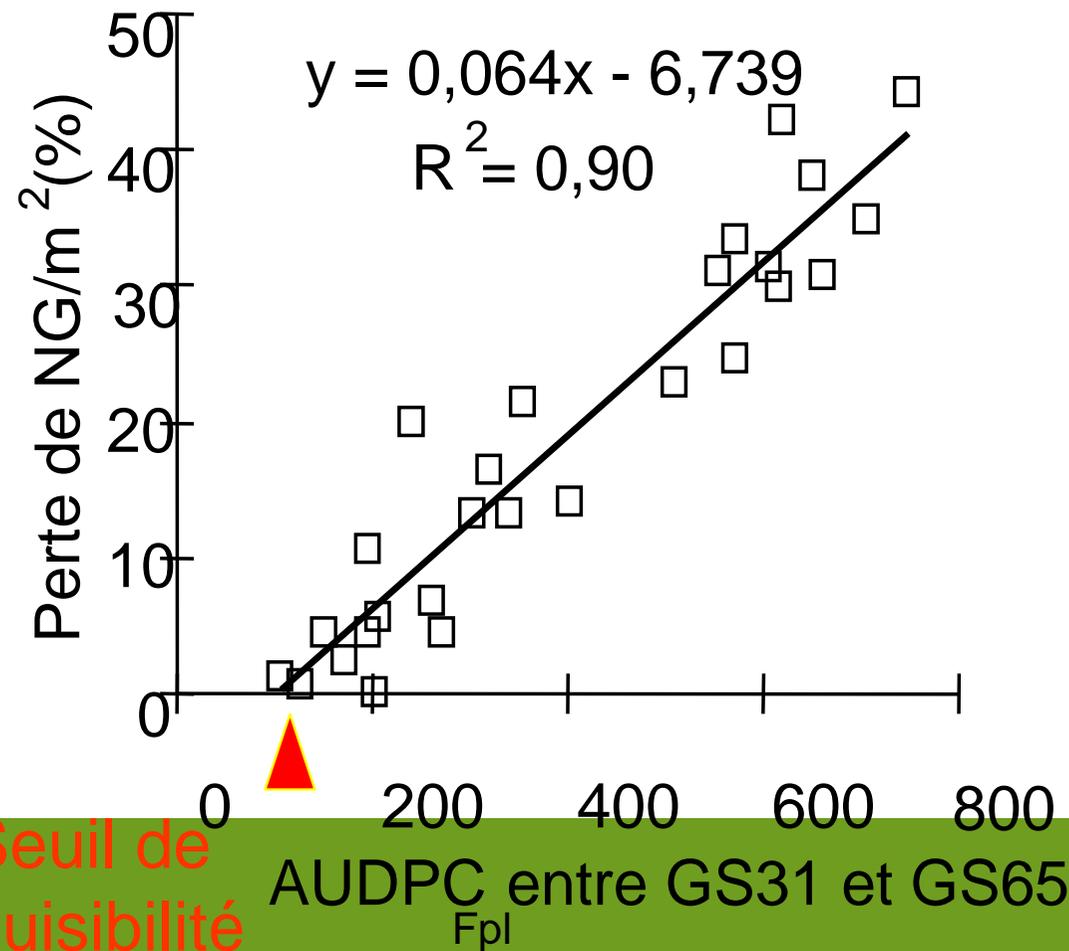
5) Conclusion/perspectives

## Exemple de modèle à point unique : régression polynomiale (phoma du colza)



## Exemple de modèle de nuisibilité intégré temporellement :

relations entre la perte de NG/m<sup>2</sup> et l'AUDPC<sub>Fpl</sub> entre le début de la montaison et la floraison pour le piétin-échaudage sur blé (Schoeny, 1999)

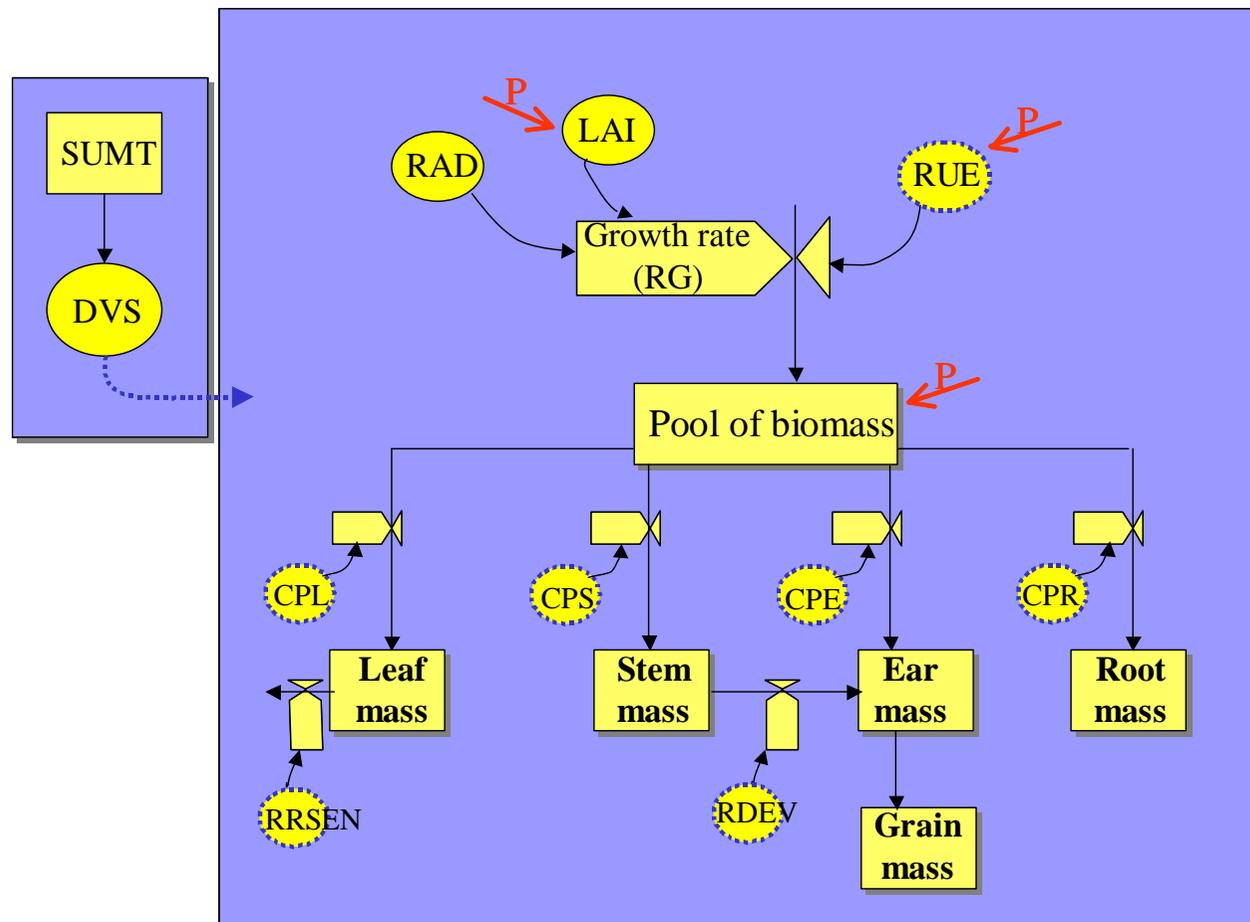


Seuil de nuisibilité

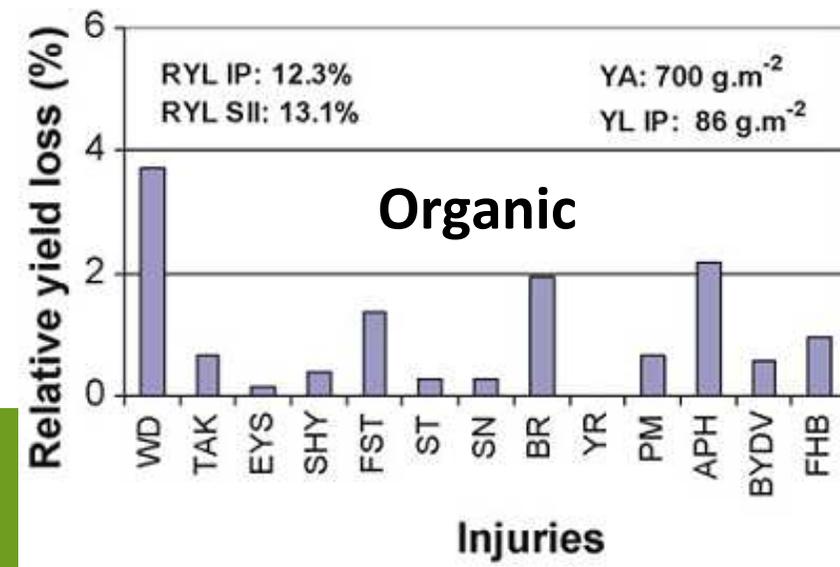
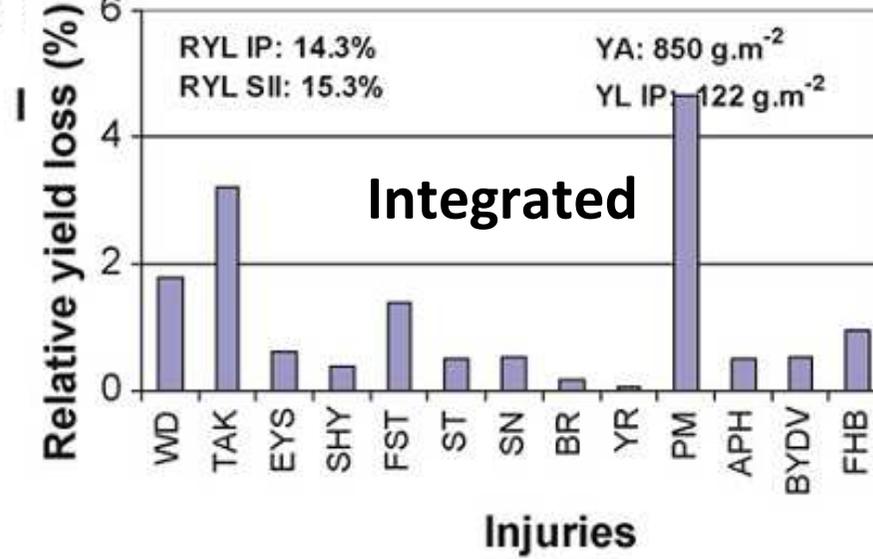
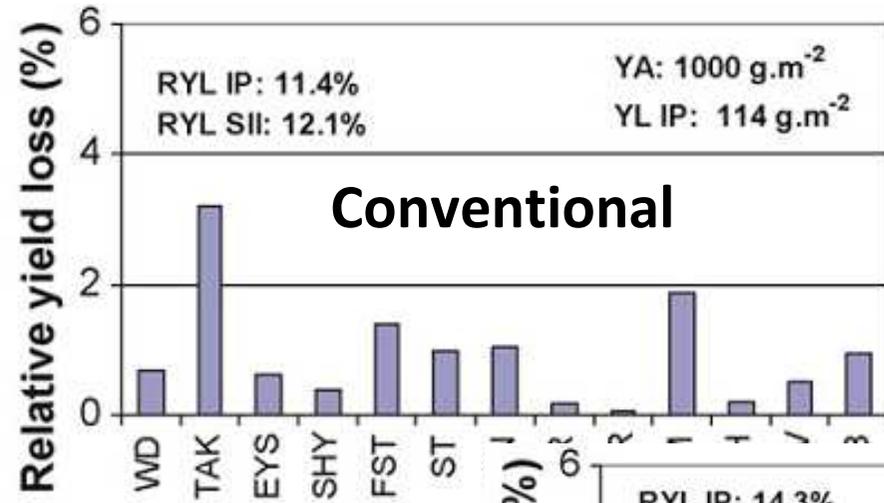
AUDPC entre GS31 et GS65

## Exemple de modèle dynamique :

Wheatpest, modèle de la nuisibilité d'un cortège de bioagresseurs



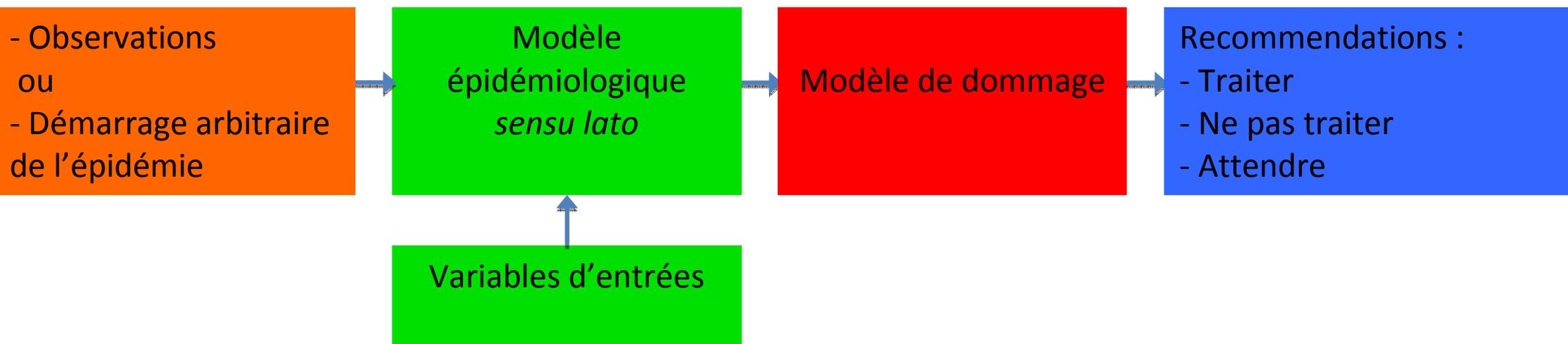
# Wheatpest output examples



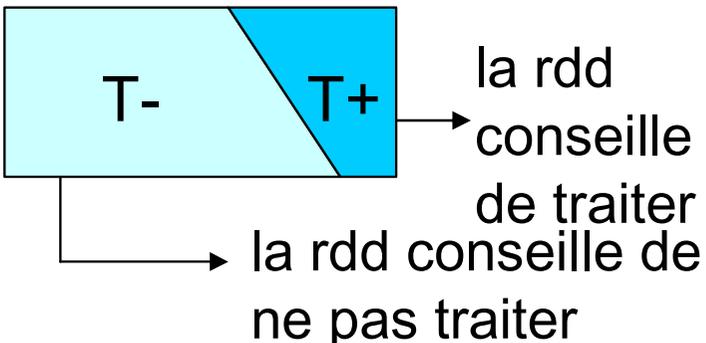
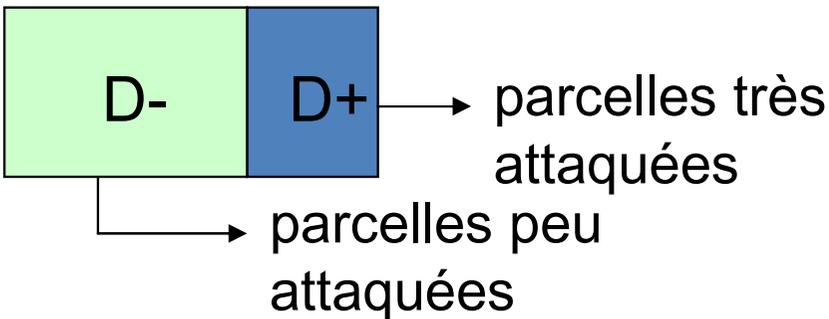
## PLAN

- 1) En guise d'introduction : partage de différents concepts
- 2) Modéliser pour cerner les enjeux (pertes de récolte)
- 3) Modéliser pour augmenter l'efficacité des traitements (niveaux E et S)**
- 4) Modéliser pour aider à reconcevoir les systèmes de culture (niveau R)
- 5) Conclusion/perspectives

## Modèles épidémiologiques (type EIPRE, Zadoks)

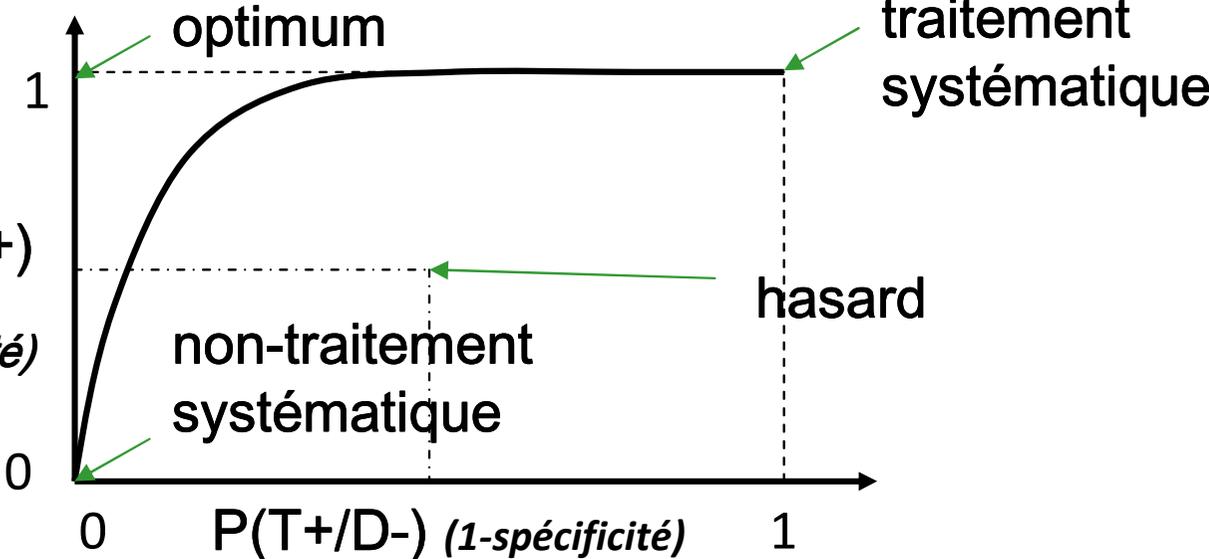


**Objectif** : sélectionner les règles de décision qui permettent d'éviter les fortes attaques de sclérotinia du colza (collaboration INRA/CETIOM)



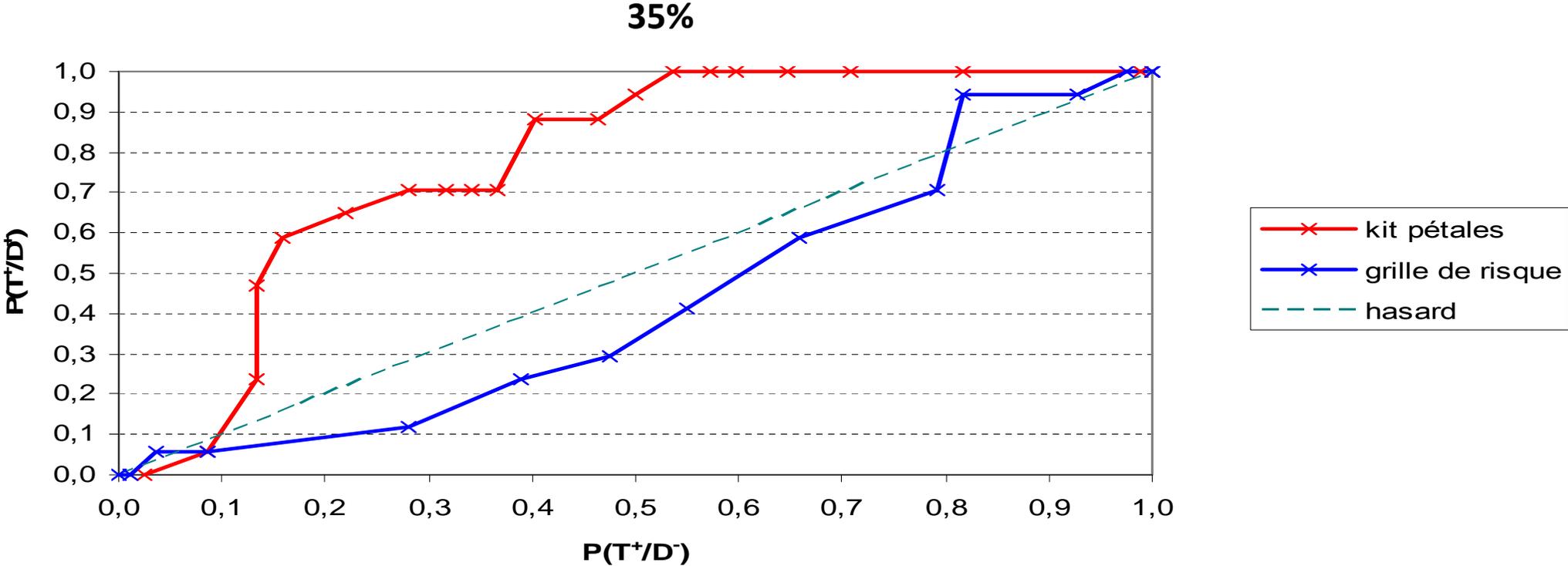
  
 $P(T+/D+), P(T+/D-)$

  
 $P(T+/D+)$   
 (*Sensibilité*)



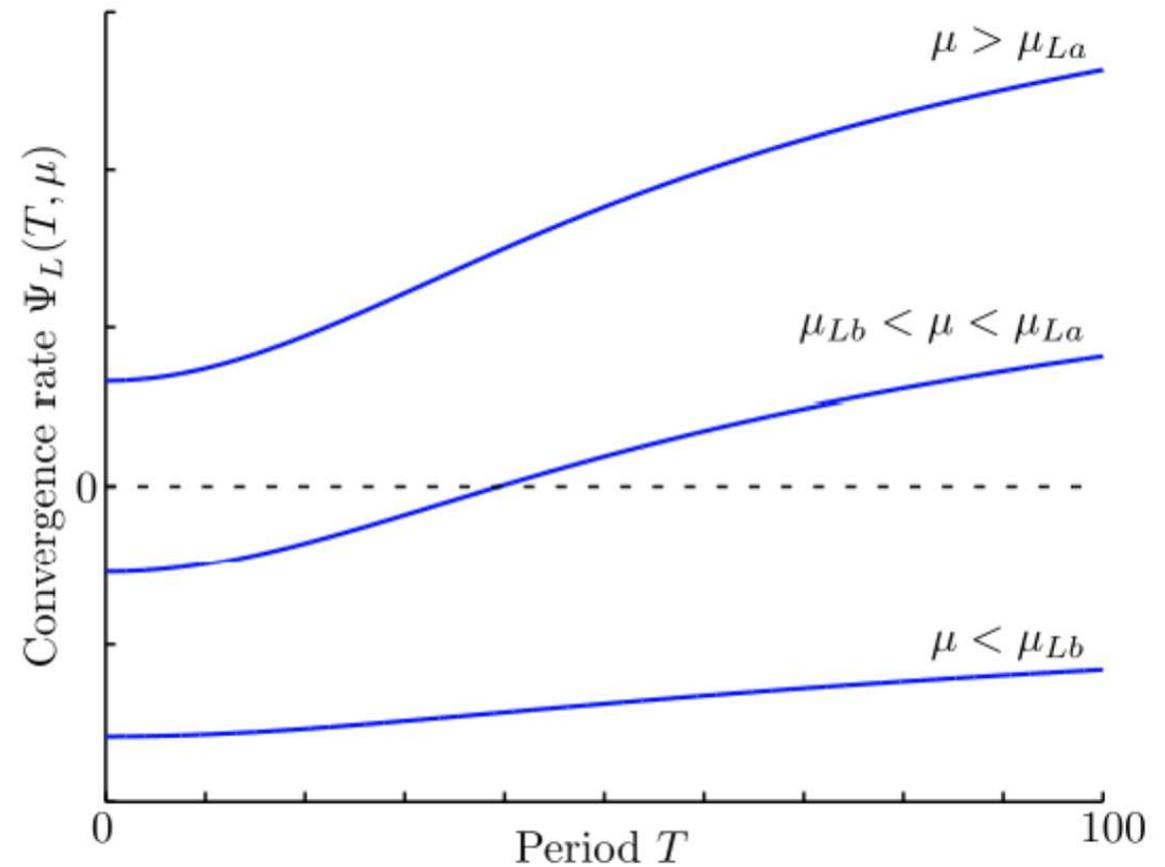
YUEN et al., 1996  
 HUGHES et al., 1999

# Le kit pétales est l'indicateur de risque de maladie le plus efficace



Makowski et al., 2004

**Optimisation de la lutte biologique :**  
utilisation de modèles théoriques  
proies-prédateurs sous forme de  
système d'équations différentielles  
(prise en compte de l'effet Allee)



Bajeux, Grogard, Mailleret. 2014

## PLAN

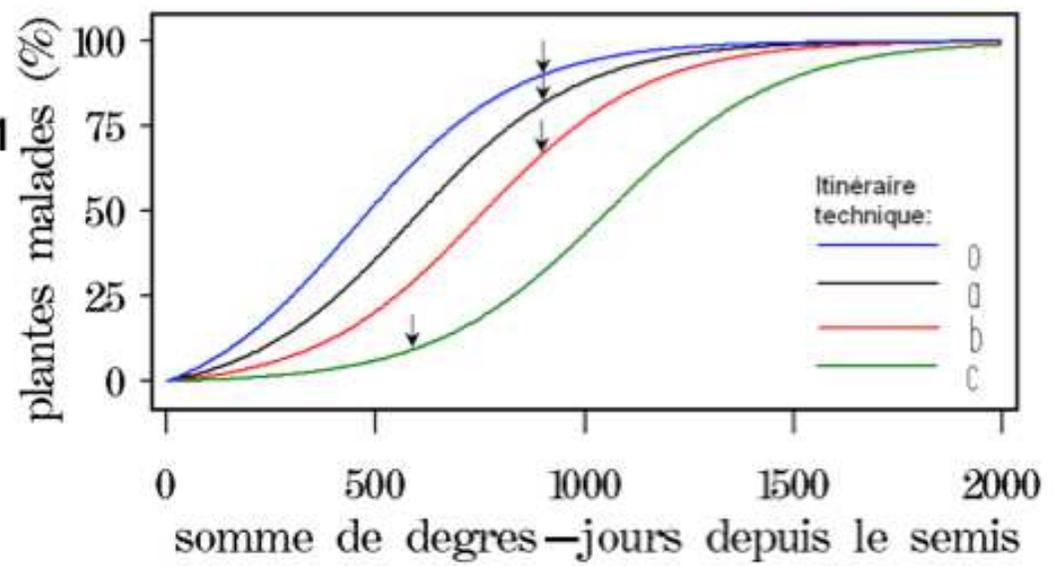
- 1) En guise d'introduction : partage de différents concepts
- 2) Modéliser pour cerner les enjeux (pertes de récolte)
- 3) Modéliser pour augmenter l'efficacité des traitements (niveaux E et S)
- 4) Modéliser pour aider à reconcevoir les systèmes de culture (niveau R)
- 5) Conclusion/perspectives

Exemple 1 : modèle épidémiologique simple (Prof. C Gilligan)  
 adapté par Colbach et al. au piétin-échaudage

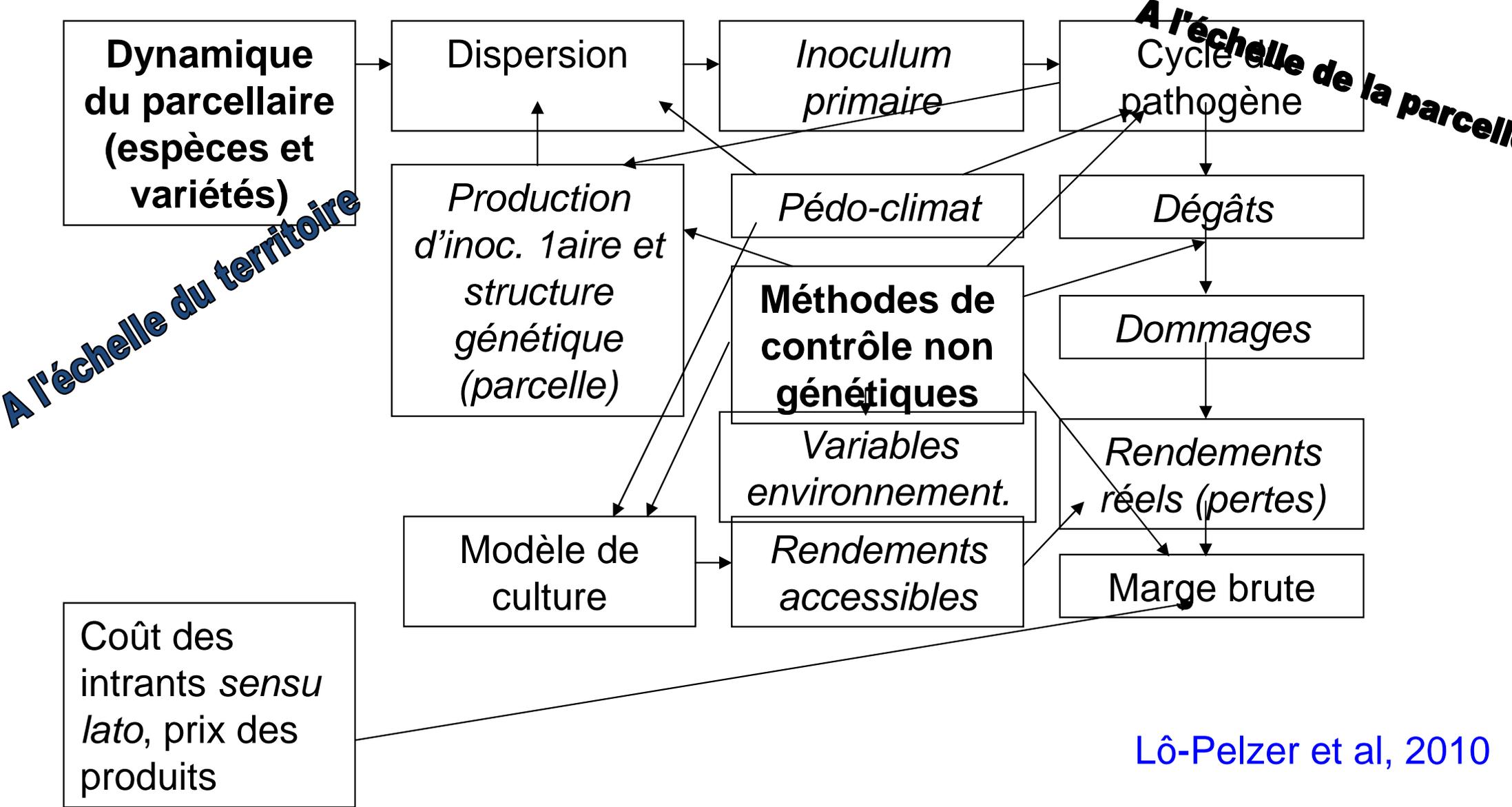
$$y = \frac{1 - e^{-(c_1 + c_2)t}}{1 + \frac{c_2}{c_1} e^{-(c_1 + c_2)t}}$$

Exemple : simulation itinéraires à fort et à faible niveau d'intrants

	O	a	b	c
DS	10/10	10/10	10/10	10/11
NP (m <sup>2</sup> )	350	240	225	225
N dispo (kg/ha)	300	270	225	225

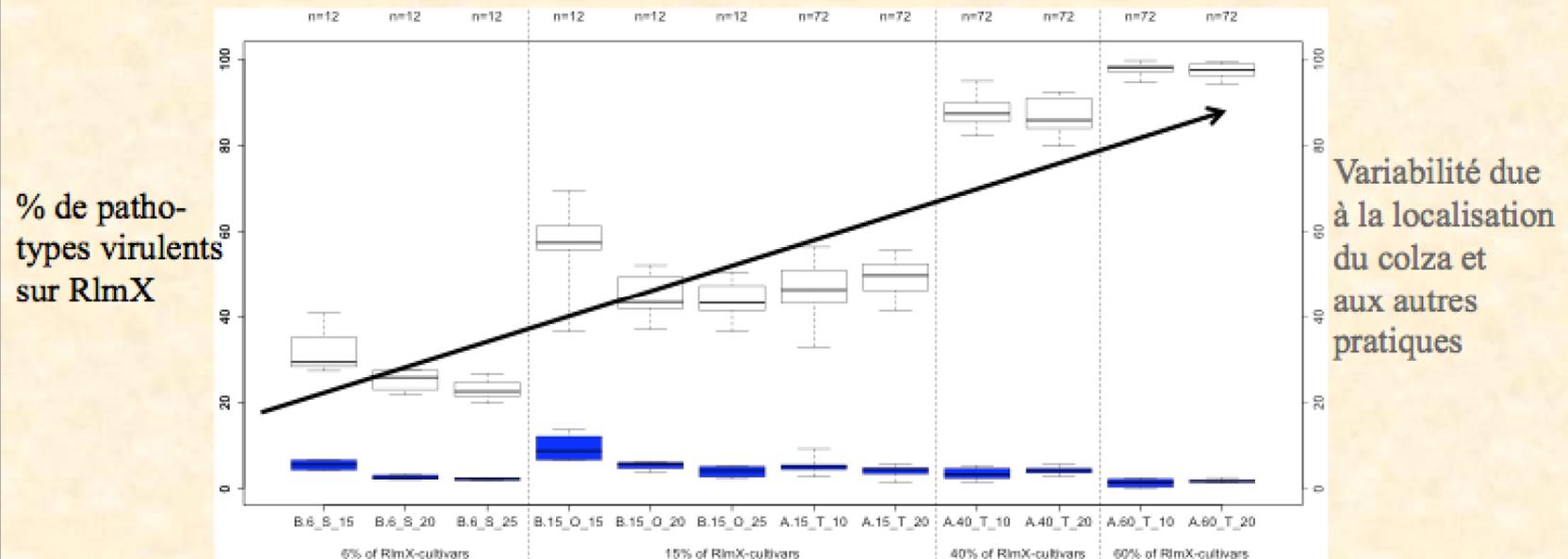


Exemple 2 : SIPPOM, agro-épidémiogénético... bref modèle un peu compliqué !



# Evolution de la structure génétique de la population

## 1<sup>er</sup> facteur : le choix variétal



RÉGION  
PICARDIE

*Hossard L, Gosme M, Souchère V, Jeuffroy MH. 2015. Ecological Modelling*

*Hossard L, Souchere V, Pelzer E, Pinochet X, Jeuffroy MH. 2015. Eur. J. of Agron.*

# PLAN

1) Introduction

2) Modéliser pour cerner les enjeux (pertes de récolte)

3) Modéliser pour augmenter l'efficacité des traitements (niveaux E et S)

4) Modéliser pour aider à reconcevoir les systèmes de culture (niveau R)

5) Conclusion/perspectives

## Conclusion

- 1) Il existe d'autres types de modèles de simulation utiles pour la protection des cultures...

# A wide range of objectives for modelling for crop protection

- Warning systems
- Decision Support System for chemical or biological control
- Design of agroecosystems less susceptible to pests
- Design of strategies to preserve cultivar resistances (or pesticide efficacy)
- Design of landscape management strategies to limit pest development
- Design of control strategies through crop architecture management
- Design of ideotypes
- Yield loss analysis
- Invasive species analysis
- Analysis of the effects of climate change on pest development
- Assess various performances of IPM strategies
- Design sampling strategies
- ...

Aubertot. 2015. 2<sup>nd</sup> PURE international conference. Poznan, Poland

## Conclusion

- 1) Il existe d'autres types de modèles de simulation utiles pour la protection des cultures : prévision des effets du CC sur les stress biotiques, modèles d'invasion, modèles utiles pour la phytopathométrie *sensu lato*, ...
- 2) La prévision n'est pas la seule fonction des modèles de simulation pour la protection des cultures : intégration des connaissances, enseignement, plateforme d'échange
- 3) Il existe une biodiversité riche des formalismes. L'important est de clairement identifier les objectifs des modèles que l'on utilise (cf. exposé sur la modélisation conceptuelle).
- 4) Les modèles de simulation peuvent être utiles à la protection des cultures, mais ils sont tous entachés d'erreurs de prédiction et ont des domaines de validité limités. Les resituer dans un cadre plus large de connaissances : expertises, références techniques, ...