

WHEATPEST, simulating multiple pest damage in varying winter wheat production situations

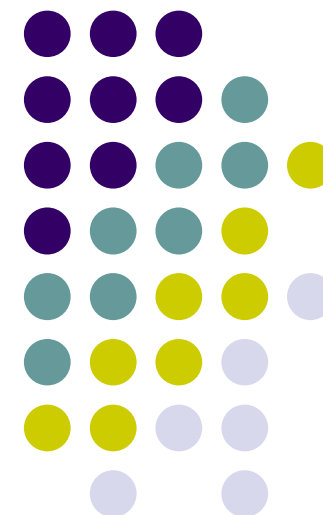
J. SOUDAIS (INRA Toulouse)

Séminaire modélisation pour la protection /
production intégrée des cultures

RMT Modélisation et Réseau PIC

Paris, le 29/09/09

Avec la collaboration de J.N. Aubertot, S. Buis, P. Debaeke, C. Lannou, S. Lebard, B. Mille, C. Robert (INRA), S. Savary, L. Willocquet (International Rice Research Institute), J. Czembor, O. Domeradzka (Plant Breeding and Acclimatization Institute), L. Jørgensen (Danish Institute for Agricultural Science)

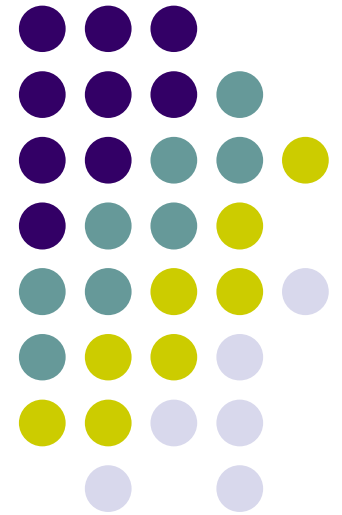


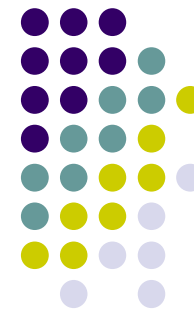
Introduction

- ENDURE Network: Réseau d'excellence Européen qui a pour objectif de construire une communauté durable de recherche en protection des cultures
 1. Présentation du modèle
 2. Exemple de résultats et évaluation de la qualité prédictive du modèle
 3. Conclusion

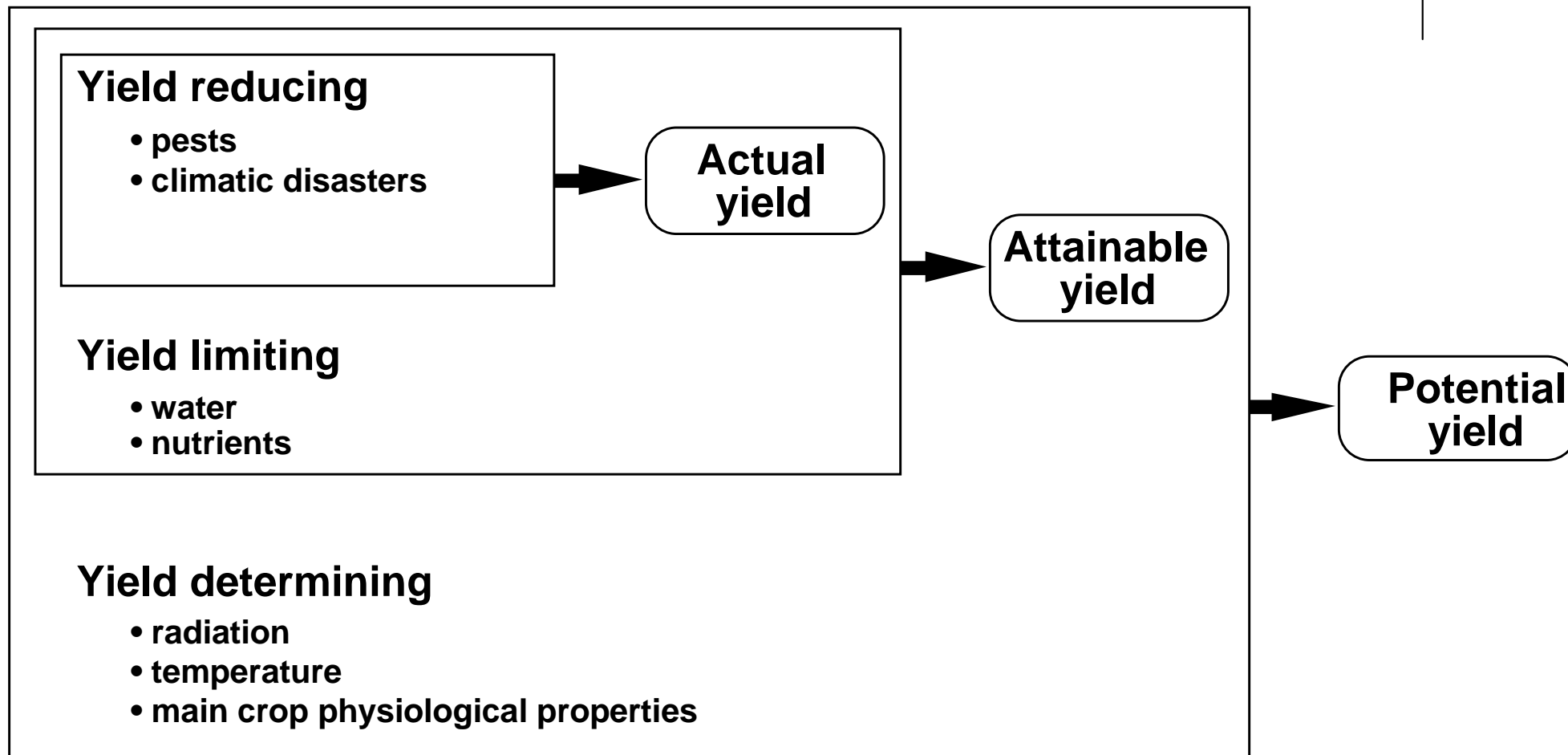


1. Présentation du modèle





Définition des rendements

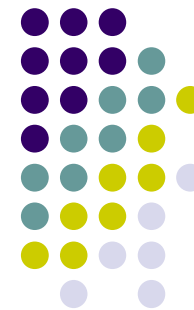


Perte de rendement = rendement accessible – rendement réel

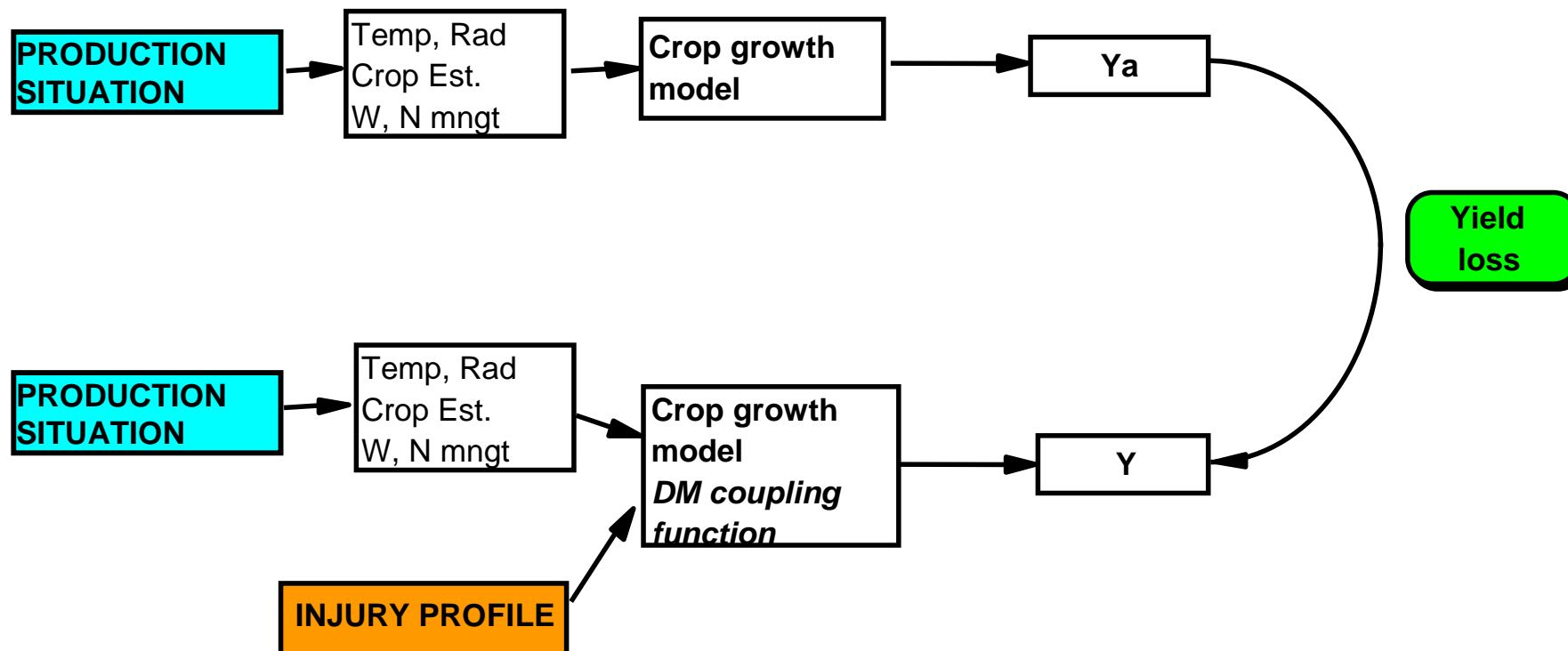
Zadoks, J.C., Schein, R.D., 1979.

Rabbinge, R., 1993.



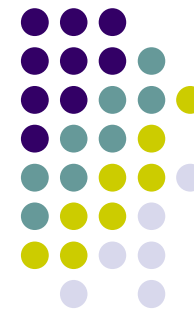


Simulation des pertes de rendement causées par un profil de dégâts d'une situation de production à l'aide d'un modèle de croissance



PS: production situation;
Ya: attainable yield;
Y: actual yield;
DM: damage mechanism;
W: water; N: nitrogen





3 mécanismes de dommages

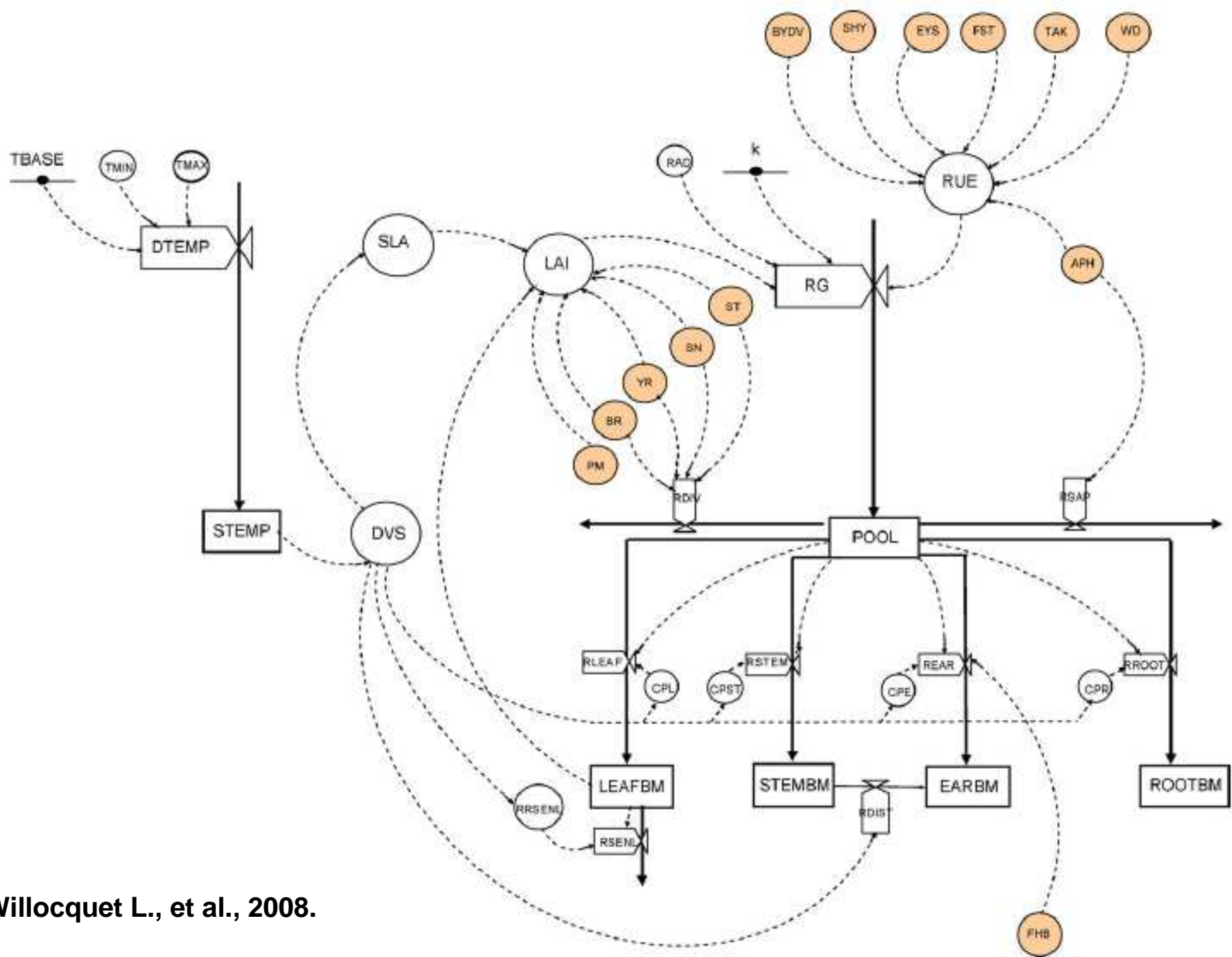
- Mécanisme de dommage: Effet physiologique d'un dégât sur la croissance d'une plante et l'élaboration du rendement. Peut être incorporé dans un modèle pour estimer les pertes de rendement

Damage mechanism	Physiological process/variable affected	Examples
Assimilate sapper	Maintenance/pool of assimilates	Aphids, rusts, septoria blotch
Light stealer	Light interception/green LAI	Rusts, powdery mildew, septoria blotch
Assimilate rate reducer	Photosynthesis/RUE	Eyespot, sharp eyespot, fusarium stem rot, take-all, weeds, BYDV, aphids


Rabbinge, R., Vereijken, P.H., 1980.

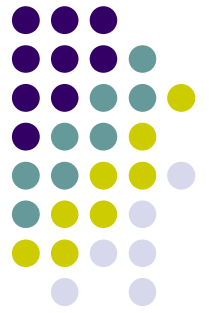
Boote, K.J., et al, 1983.





Willoquet L., et al., 2008.

Fig. 1. Simplified representation of the structure of WHEATPEST. Squares represent state variables; arrows with plain lines represent flows of quantities; arrows with dotted lines represent flows of information; grey circles represent pest injuries; other circles represent intermediate variables; valves represent rate variables; plain lines represent parameters (symbolism from Forrester, 1961); see Table 1 for definition of acronyms. 

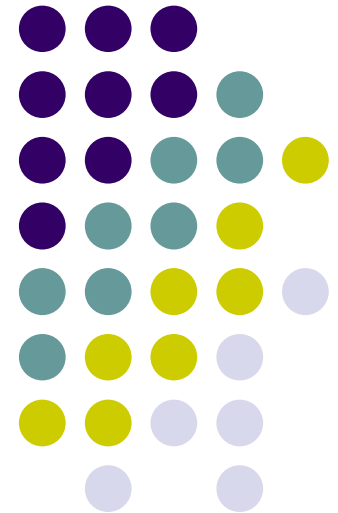


Variables d'entrée du modèle

- Météo
 - Température moyenne (°C) et rayonnement global (MJ. m⁻²) journaliers
- Situation de production
 - Coefficient de RUE (Radiation Use Efficiency, g.MJ⁻¹) ou rendement accessible (expertise)
- Peuplement
 - Dates des stades phénologiques (émergence, floraison, maturité)
 - Mesure de biomasse des organes (au minimum une mesure pour initialiser les variables d'état)
- Profil de dégâts
 - Observations de bioagresseurs (sévérités, incidences, densités selon le bioagresseur) à différentes dates



2. Exemple de résultats et évaluation de la qualité prédictive du modèle



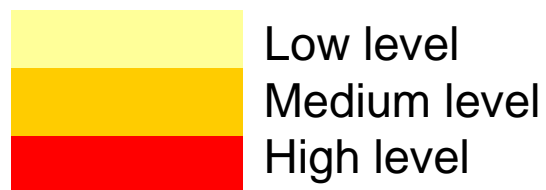
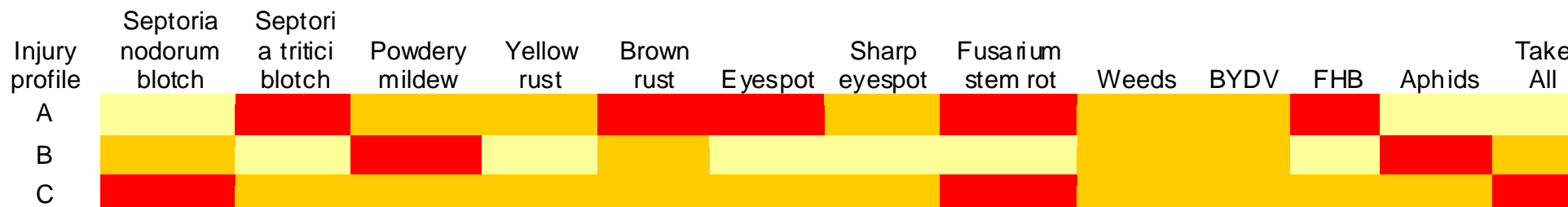


Exemples de situations de production modélisées (Willocquet et al., 2008)

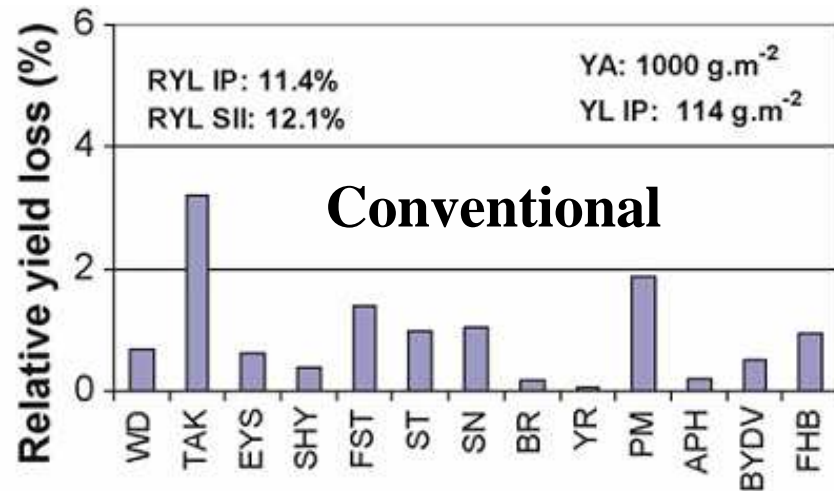
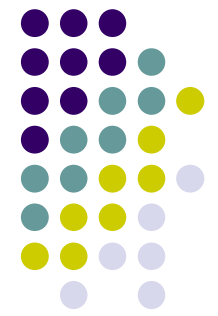
Situations de production

Crop management	Simulated attainable grain yield (q.ha ⁻¹)	RUE before anthesis (g.MJ ⁻¹)	RUE after anthesis (g.MJ ⁻¹)
Conventional	100	1.4	1.3
Integrated	85	1.24	1.14
Organic	70	1.085	0.985

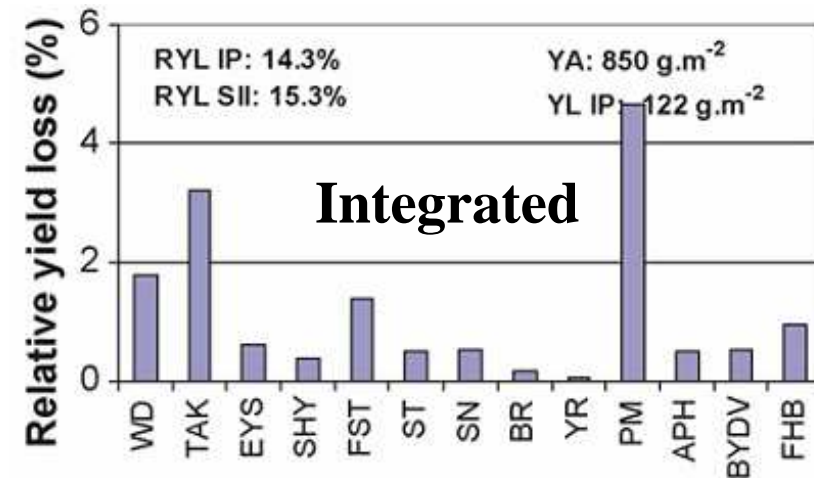
Profils de dégâts



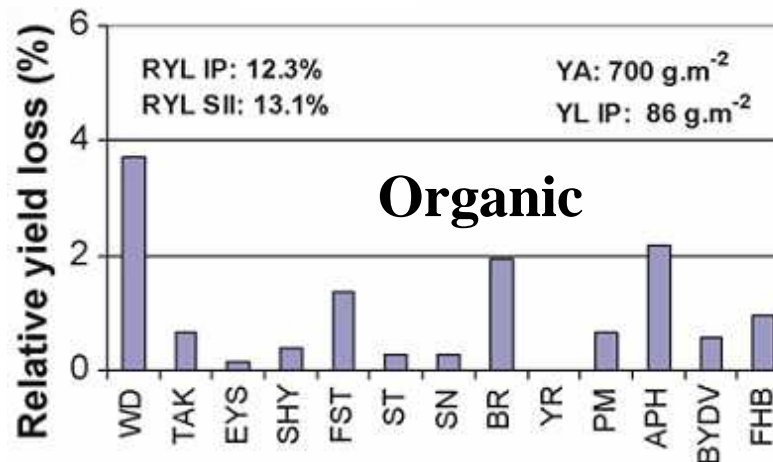
Exemples de résultats (Willocquet et al., 2008)



Injuries

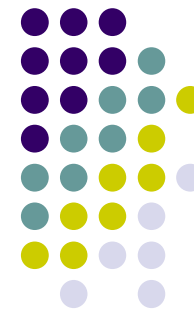


Injuries



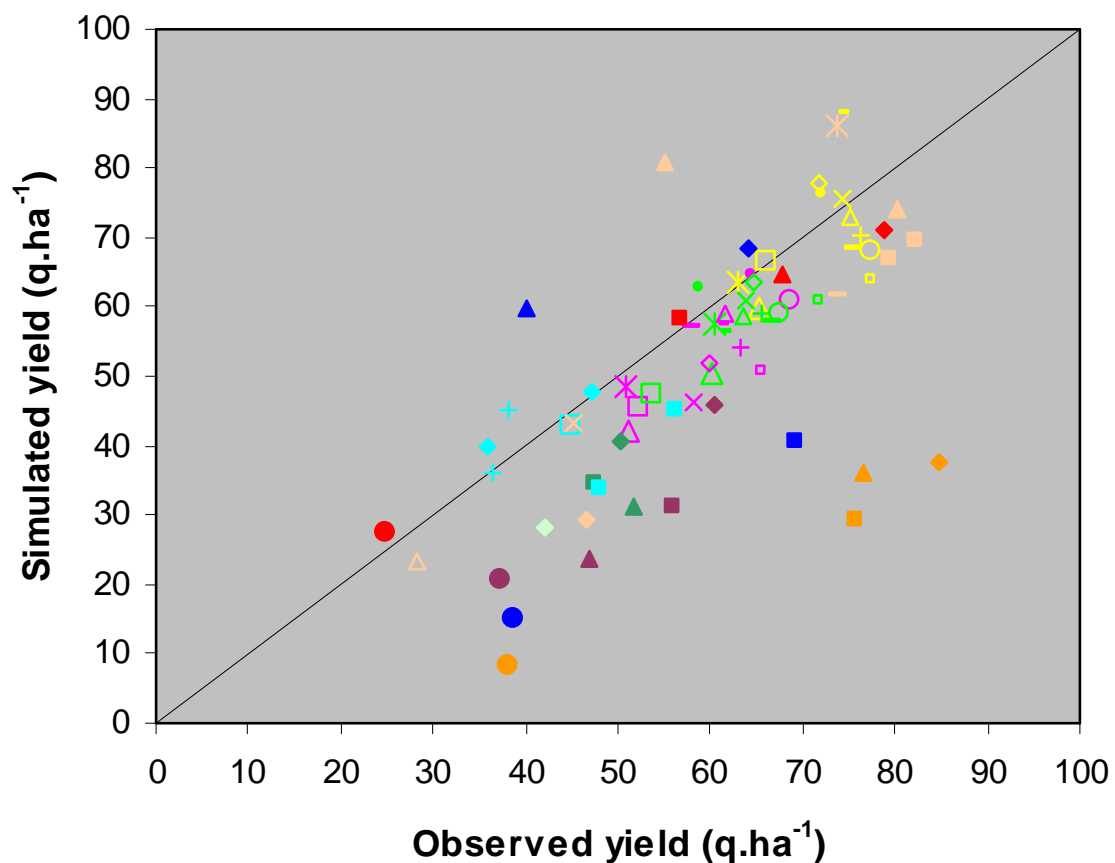
Injuries





Analyse de la qualité prédictive

Observed and simulated yields
(Denmark¹ - Poland - France²)



RMSEP = 14.5 q.ha⁻¹
 RMSEP relative = 24%
 Efficiency = -0.12
 Biais = 7.5 q.ha⁻¹
 Biais relatif = 12%

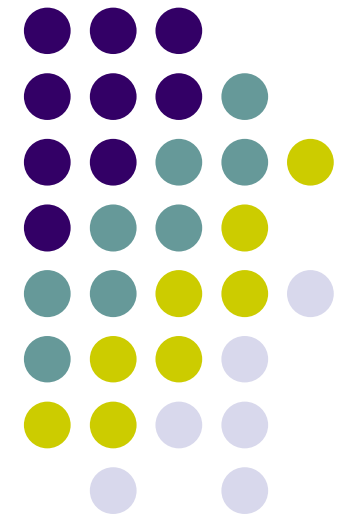
×	N1F193	×	N1F194	×	N1F195	□	N1F293
□	N1F294	□	N1F295	△	N1F493	△	N1F494
△	N1F495	△	N2F193	-	N2F194	-	N2F195
×	N2F293	×	N2F294	×	N2F295	+	N2F493
+	N2F494	+	N2F495	+	N4F193	+	N4F194
+	N4F195	+	N4F293	△	N4F294	△	N4F295
□	N4F493	□	N4F494	□	N4F495	□	N7F193
◇	N7F194	◇	N7F195	◇	N7F293	◇	N7F294
◇	N7F295	○	N7F493	○	N7F494	○	N7F495
◆	INTS08P	▲	INTGC08P	■	INTGNC08P	●	ORGA08P
◆	INTS05R	▲	ICER05R	■	ICAT05R	●	ORGA05R
◆	INTS06R	▲	ICER06R	■	ICAT06R	●	ORGA06R
◆	INTS07R	▲	ICER07R	■	ICAT07R	●	ORGA07R
◆	INTS08R	▲	ICER08R	■	ICAT08R	●	B02
□	C01	△	C05	◇	D05	◇	D07
+	E05	+	E03	+	E06	+	F03
×	F06	×	F08	×	I01	×	I03
◇	I05	◇	I07	◇	I08	◇	I09
—	1:1						

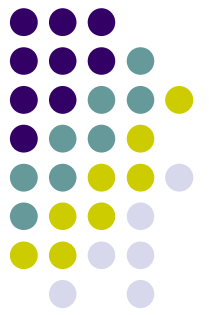
¹ Olesen et al., 2003 a and b

² Debaeke 1993 and Debaeke et al., 1996



3. Conclusion

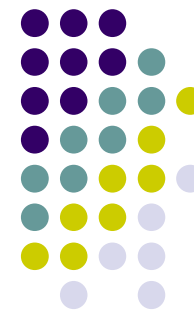




Une démarche originale

- Représentation d'un système complexe par une structure de modélisation simple
- Modèle développé uniquement à partir de données publiées
- Outil de diagnostic de pressions biotiques
- Support pédagogique
 - Formation à la modélisation PHC Polonium (Pologne)
 - Summer school ENDURE 2009 (Italie)



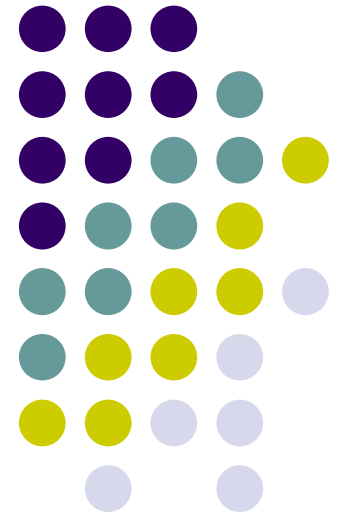


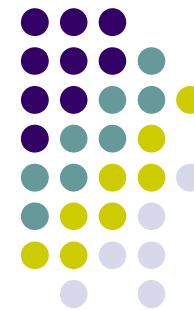
Perspectives

- Adaptation du modèle au blé de printemps en Europe Centrale
- Evaluation de la qualité prédictive du modèle: 2 années d'expérimentations en Pologne et 4 en France (Rennes), mobilisation de données européennes (Danemark, France)
- Analyse de sensibilité
- Implémentation RECORD (internet)



Merci pour votre attention





Références bibliographiques

- Boote, K.J., Jones, J.W., Mishoe, J.W., Berger, R.D., 1983. Coupling pests to crop growth simulators to predict yield reductions. *Phytopathology* 73, 1581-1587.
- Debaeke P., 1993. Conditions de l'impasse de désherbage chimique en céréales d'hiver : effet du type de flore, de la rotation et du potentiel de rendement de la culture. In : Thomas J.M., (Ed.) *Proceedings 4th IFOAM Conference on Non-Chemical Weed Control*, Dijon, 1993, 289-294.
- Debaeke Ph., Aussenac Th., Fabre J.L., Hilaire A., Pujol B. and Thuries L., 1996. Grain nitrogen content of winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) as related to crop management and to the previous crop. *European Journal of Agronomy* 5 (1996), 273-286.
- Olesen J. E., Jørgensen L. N., Petersen J. and Mortensen J. V., 2003 a. Effects of rate and timing of nitrogen fertilizer on disease control by fungicides in winter wheat. 1. Crop yield and foliar disease control. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 140, 1-13 .
- Olesen J. E., Jørgensen L. N., Petersen J. and Mortensen J. V., 2003 b. Effects of rates and timing of nitrogen fertiliser on disease control by fungicides in winter wheat. 2. Crop growth and disease development. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 140, 15-29.
- Rabbinge, R., 1993. The ecological background of food production. In: Chadwick D.J., Marsh, J. (Eds.), *Crop Protection and Sustainable Agriculture*. John Wiley and Sons, Chichester, UK, pp 2-29.
- Rabbinge, R., Vereijken, P.H., 1980. The effect of diseases or pests upon the host. *Z. Pflkrankh. Pflschutz* 87, 409-422.
- Wilocquet L., Aubertot J.-N., Lebard S., Robert C., Lannou C. and Savary S., 2008. Simulating multiple pest damage in varying winter wheat production situations. *Field Crops Research*, 107 (1), p.12-28.
- Wilocquet, L., Savary, S., Fernandez, L., Elazegui, F., Teng P.S., 1998. Simulation of yield losses caused by rice diseases, insects, and weeds in tropical Asia. *IRRI Discussion Paper Series no 34*. IRRI, Los Baños, Philippines, pp. 62.
- Zadoks, J.C., Schein, R.D., 1979. *Epidemiology and Plant Disease Management*. Oxford University Press, New York.

