

QUELLES CONTRAINTES EN RETOUR SUR LES FORMALISMES POUR LA PRISE EN COMPTE DE CONTRAINTES AGISSANT DIRECTEMENT SUR LE FEUILLAGE ?

R. Roche^{1*}, P. Bancal¹, M.O. Bancal²

¹ INRA, UMR INRA-EGC, 78850 Thiverval-Grignon, France

² AgroParisTech, UMR INRA-EGC, 78850 Thiverval-Grignon, France

*Auteur correspondant : Romain.Roche@grignon.inra.fr

Introduction

La plupart des modèles de culture s'appuient sur le concept de production potentielle que l'on multiplie ensuite par des fonctions de limitation rendant compte des différents stress. Les limitations les plus souvent introduites sont celles liées à l'alimentation hydrique et l'alimentation azotée. Ces fonctions, même quand elles concernent l'appareil foliaire, passent en général par une confrontation entre demande de croissance ou demande climatique, et l'offre constituée par l'absorption dans le sol : sauf en cas de valeurs extrêmes où des impacts directs sont parfois envisagés, leur intégration passe donc par les relations classiques de croissance de la plante.

Plus récemment, le contexte agro-environnemental a poussé en avant des questions nouvelles liées à la nécessaire réduction des intrants dans l'agriculture moderne. En effet, la fertilisation azotée, mais aussi la protection phytosanitaire, des cultures constituent une importante source de pollution diffuse de l'environnement et un coût non négligeable pour les agriculteurs. Cependant, malgré les efforts de sélection, les pertes de rendement sans phytosanitaire peuvent atteindre jusqu'à 40% accompagnées parfois de baisses drastiques de la qualité, et d'autre part les blés français, principale culture, souffrent déjà de leur pauvre teneur en protéines. Par ailleurs, les cultures peuvent elles-mêmes souffrir des pollutions engendrées par les activités anthropiques, telles que les particules ou les pics de concentration d'ozone. Ces éléments et les interactions en découlant devront donc de plus en plus être intégrés dans les recherches et en particulier dans les efforts de modélisation, pour aider à raisonner la compétitivité de l'agriculture française sur le plan international et à l'articuler avec les contraintes environnementales.

Or, dans le cas des maladies foliaires ou de stress abiotiques tels qu'une exposition à l'ozone, la situation est très différente des autres stress traités jusqu'ici. En effet, cette fois l'impact va s'exercer directement sur la surface foliaire elle-même sans forcément passer par les relations usuelles de croissance. Le schéma de modélisation s'en trouve donc bouleversé avec des effets possibles en cascade sur les autres compartiments de la plante. Dans cette étude, à partir de données expérimentales obtenues sur le blé à Grignon, nous proposons quelques exemples d'exploration des fonctions susceptibles d'être les plus touchés, en vue de constituer quelques premiers jalons d'une réflexion sur l'évolution des formalismes à envisager pour aborder ces questions de nuisibilité tant quantitative que qualitative.

Schéma conceptuel

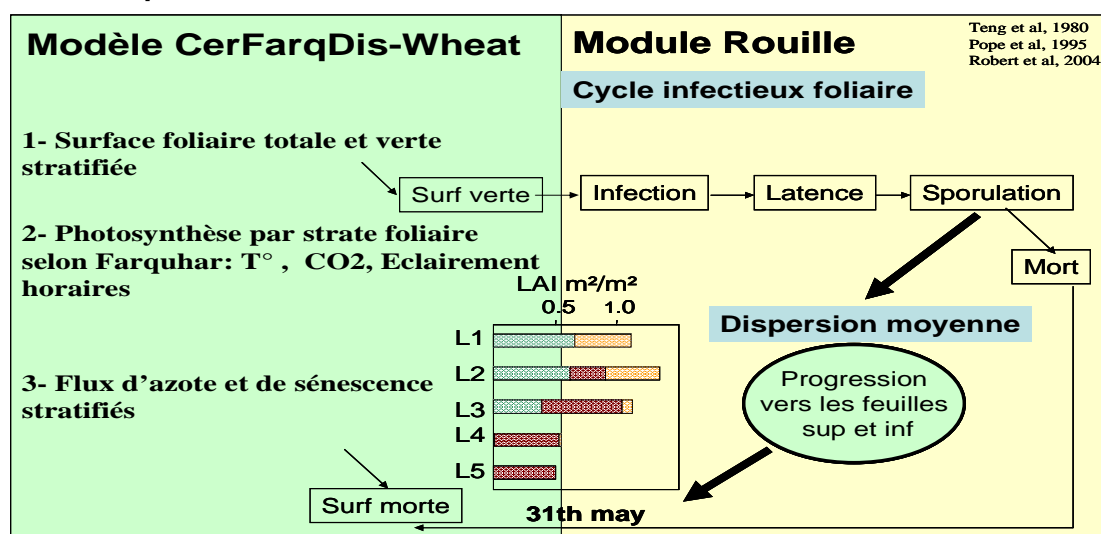


Figure 1 : schéma conceptuel pour l'intégration de la nuisibilité des maladies foliaires

Selon la dynamique de développement d'une maladie foliaire et la position verticale des étages foliaires touchés, son impact sur la production d'une culture peut être très variable. Raisonner la nuisibilité de ce type de pathogènes implique une mise en rapport assez poussée, voir un couplage prononcé, entre 2 types de modèles : l'un rendant compte du développement de la maladie et l'autre rendant compte de façon plus ou moins précise de ses conséquences sur la croissance de la plante et l'élaboration du rendement (Figure 1).

Résultats et Discussion

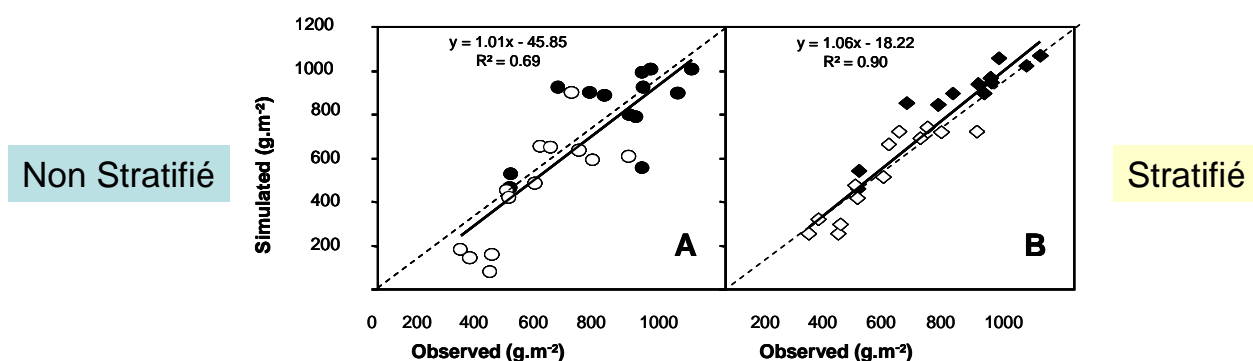


Figure 2 : Comparaison des croissances simulées et observées de couverts sains (symboles pleins) et malades (symboles vides) pendant la phase de remplissage des grains :

A : le lai est traité comme un pool global de feuilles **B :** l'absorption lumineuse est traitée par étage foliaire

La stratification verticale de l'absorption lumineuse par étage foliaire permet de rendre compte de 20% supplémentaires de la variabilité de croissance de couverts de blé sains aussi bien que malades pendant la période cruciale du remplissage des grains (Figure 2). Améliorer la prise en compte de l'impact des maladies foliaires sur le rendement permet aussi de mieux prendre en compte les effets de la sénescence naturelle.

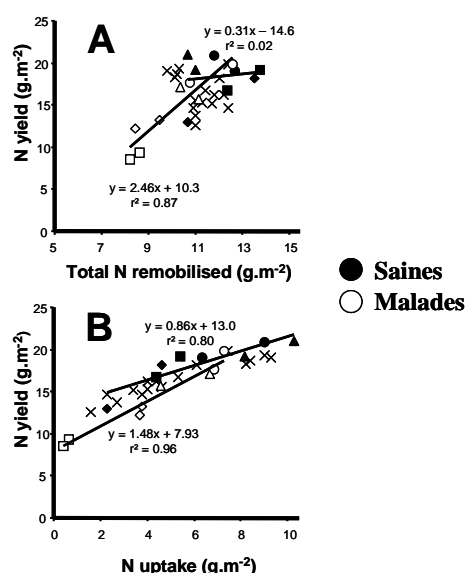


Figure 3 : contribution des remobilisations et prélèvements d'azote post-floraison à la quantité d'azote récoltée dans les grains pour des couverts de blé sains et malades.

La maladie modifie totalement par rapport aux témoins sains les relations entre quantités d'azote récoltées dans les grains d'une part, et flux de remobilisation ou d'absorption post-floraison d'autre part (Figure 3). Par ailleurs, les contributions relatives des remobilisations et absorptions post-floraison à l'alimentation azotée des grains se trouvent aussi complètement bouleversées selon l'intensité et la place au cours du cycle de la plante de la maladie. Une prise en compte explicite de ces processus et de leurs conséquences sur le reste du fonctionnement de la plante est donc nécessaire pour aborder les questions de nuisibilité qualitative tout comme celles de nuisibilité quantitative.

Conclusion

Nous n'avons fait ici qu'effleurer ces questions à travers l'exemple des maladies aériennes du blé. Tous les paramètres ne sont bien-sûr pas aussi sensibles et nous n'avons présenté ici que les résultats les plus marquants. Néanmoins, on retrouve des résultats assez similaires quand on aborde aussi l'effet de polluants atmosphériques tels que l'ozone.

Références bibliographiques

- Bancal M.O., Robert C., Ney B. (2007). Modelling wheat growth and yield losses from late epidemics of foliar diseases using loss of green leaf area per layer and pre-anthesis reserves. *Annals of Botany* 100: 777-789.
- Bancal M.O., Roche R., Bancal P. (2008). Late foliar diseases in wheat crops decrease nitrogen yield through N uptake rather than through variations in N remobilization. *Annals of Botany* 102:579-590.
- Roche R., Bancal M.O., Gagnaire N., Huber L. (2008). Potential impact of climate change on brown wheat rust : a preliminary study based on biophysical modelling of infection events and plant-pathogen interactions. *Aspects of Applied Biology* 88, *Effects of Climate Change on Plants: Implications for Agriculture*, pp 135-142.