



22 octobre 2009 : Colloque en phytoprotection  
Résistance et approche systémique :  
nouveaux défis



# Les dynamiques des cultures et leurs bioagresseurs dans un contexte de climat variable et en évolution

**Gaétan BOURGEOIS**, Ph.D.  
Chercheur en bioclimatologie et modélisation  
AAC, Centre de recherche et de développement en horticulture  
Saint-Jean-sur-Richelieu

---

Note : Cette conférence a été présentée lors de l'évènement et le résumé ci-après  
a été publié dans le cahier du participant.



# Les dynamiques des cultures et leurs bioagresseurs dans un contexte de climat variable et en évolution

**Gaétan BOURGEOIS**, Ph.D., chercheur en bioclimatologie et modélisation  
AAC, Centre de recherche et de développement en horticulture  
Saint-Jean-sur-Richelieu



Les agriculteurs doivent composer dans leurs activités quotidiennes avec une variabilité importante d'éléments climatiques comme la température, les précipitations, l'humidité relative, le vent et la radiation solaire. De plus, les changements prévus, occasionnés par le réchauffement mondial, s'accompagneront d'une hausse de la variabilité interannuelle, ce qui accroîtra les incertitudes associées à l'adaptation et aux risques pour le secteur agricole.

Les réponses des écosystèmes agricoles à la variabilité et aux changements climatiques sont compliquées par la complexité biologique de ces écosystèmes, par l'hétérogénéité des ressources en terres et en eau et par la diversité régionale (Figure 1). D'après un récent résumé produit par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, les principaux facteurs qui ont une incidence sur l'agriculture sont la variabilité météorologique, la saisonnalité, les précipitations moyennes, la disponibilité de l'eau ainsi que la dynamique et la répartition des bioagresseurs (c.-à-d. insectes, nématodes, maladies et plantes nuisibles).

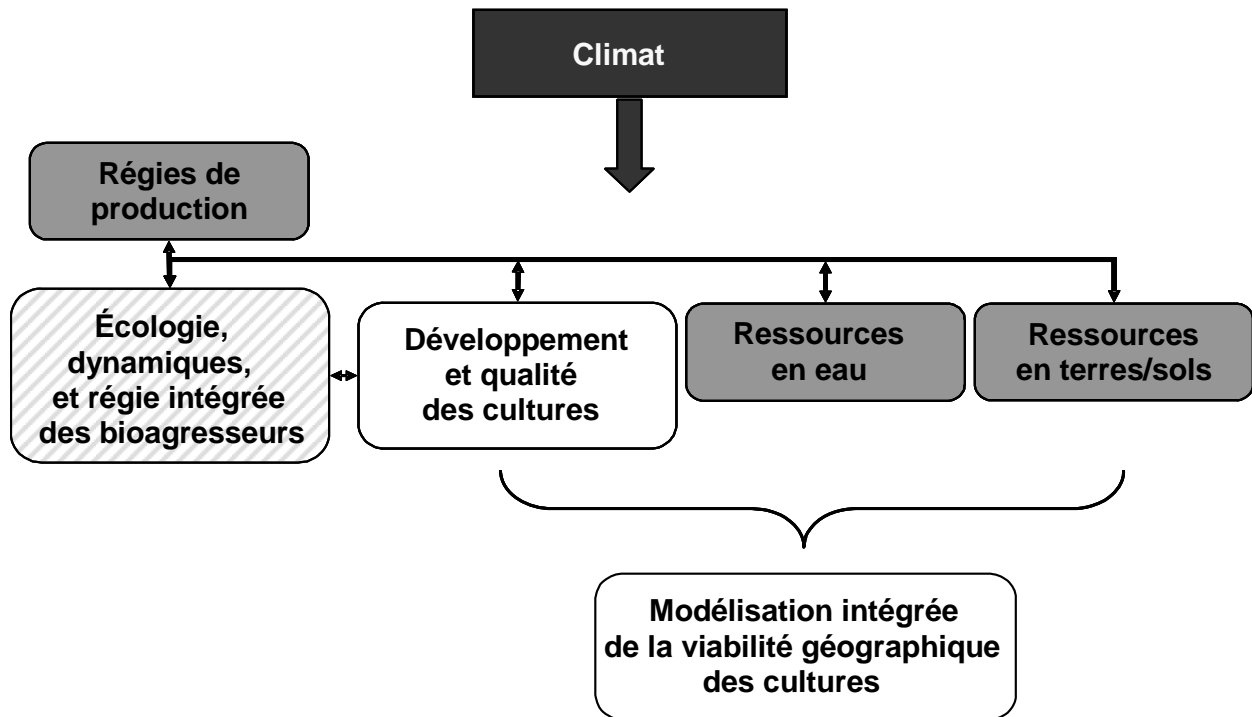


Figure 1. Approche de modélisation intégrée permettant de déterminer les effets des facteurs biotiques (hachurés) et abiotiques sur les cultures et sur les écosystèmes agricoles en réponse à la variabilité et aux changements climatiques.

L'adaptation aux changements climatiques a été caractérisée comme une évolution des systèmes écologiques, sociaux ou économiques permettant d'atténuer les incidences négatives et les risques associés aux changements ou de tirer profit de nouvelles possibilités. La réduction des risques et l'augmentation des débouchés associés au déplacement de la production végétale exigeront l'adoption de nouvelles approches qui permettront de déterminer la nature des changements spatio-temporels du climat ainsi que leur relation avec le potentiel d'établissement des cultures.

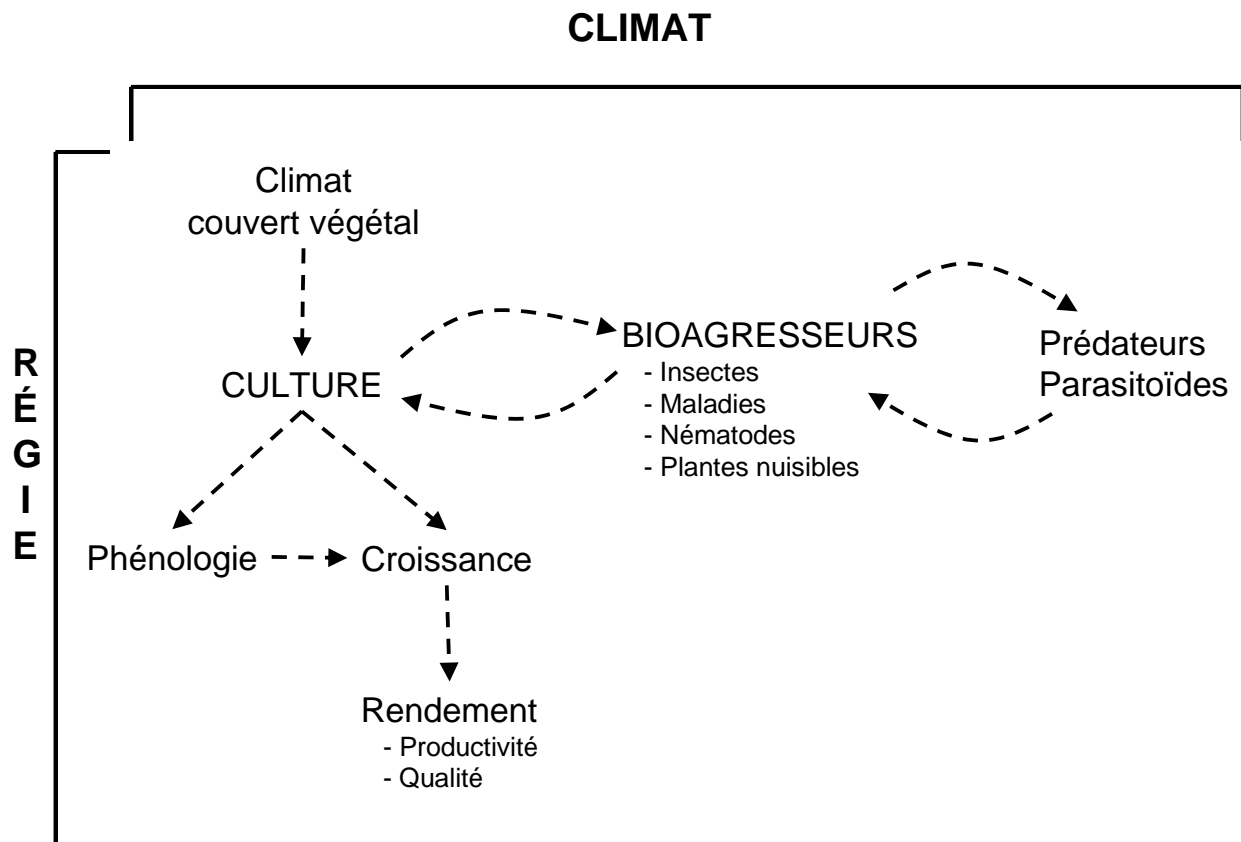
Le succès de la production végétale résulte également de la gestion des stress biotiques causés par les interactions entre les cultures hôtes et les bioagresseurs, dont la plupart sont fonction de variables climatiques. En conséquence, bon nombre d'outils actuels de lutte phytosanitaire nécessitent une bonne compréhension des relations qui existent entre ces organismes et les variables climatiques. Dans un tel écosystème agricole, la culture demeure l'élément central (Figure 2). La synchronisation entre le climat et la phénologie annuelle est un facteur très important qui régit la répartition des végétaux dans les systèmes naturels (Chuine et Beaubien, 2001) et les relations entre les cultures et leurs bioagresseurs (Bourgeois et Benoit, 2005). La prédiction de la phénologie de la culture est importante pour de nombreuses applications, comme les stratégies de lutte phytosanitaire, la planification des semis et des récoltes, la gestion de l'eau, etc. (van Vliet *et al.*, 2003). Un modèle bioclimatique pour prédire la phénologie des cultures annuelles et vivaces est actuellement en phase d'implantation (Bourgeois *et al.*, 2005). De par sa conception, ce modèle est suffisamment générique pour être adapté à la plupart des espèces cultivées et de plantes nuisibles, tout en offrant une interface conviviale simple pour les fins de calibration et de mise en œuvre. Au cœur de ce modèle, on retrouve les modules requis pour prédire i) la phase émergence, ii) le développement foliaire et iii) le développement de la partie récoltable de la plante.

Lorsque les climats sont stables, la phénologie des plantes annuelles et vivaces est étroitement liée au calendrier ou est fonction de repères biologiques. Ce lien perdra de sa pertinence sous des climats variables et changeants, et la phénologie reposera alors sur les relations fondées sur la température. En ce qui concerne les cultures vivaces, il est nécessaire de mieux comprendre les risques associés à l'occurrence de températures dommageables durant le stade de dormance et les risques liés aux stades de développement durant lesquels les cultures sont vulnérables. L'adoption d'une approche reposant sur un système de modèles bioclimatiques s'impose pour déterminer la répartition géographique potentielle des cultures au Canada dans des conditions de changements climatiques.

On s'attend à ce que les changements climatiques entraînent une modification de la survie hivernale, ainsi que du comportement en saison et de la dynamique des populations. Ces changements devraient, en outre, occasionner une expansion de l'aire de répartition géographique de bioagresseurs qui posent des contraintes importantes sur la production végétale (Easterling *et al.*, 2007). En réponse aux conditions environnementales variables, plusieurs espèces se sont adaptées en acquérant l'émergence polymodale, qui est une caractéristique qui leur permet d'accroître la probabilité qu'au moins une partie de la population survivra dans des conditions extrêmes. L'équilibre entre ces deux populations est fonction de

l'occurrence de saisons de croissance courtes et de saisons de croissance longues et peut varier selon la région (Turnock et Boivin, 1997).

En général, la majorité des cultures sont susceptibles d'être affectées par plusieurs bioagresseurs et ceux-ci interagissent de façon spécifique avec leur culture hôte et les autres bioagresseurs (Figure 2). La variabilité climatique influence ces interactions, ce qui affecte la synchronisation des attaques et l'utilisation des ressources par les bioagresseurs. Certaines années, en réponse aux conditions climatiques, un complexe de bioagresseurs pourrait être favorisé et, d'autres années, un autre complexe pourrait s'implanter. Parmi ces complexes, certains bioagresseurs pourraient prédominer grâce à leur efficacité à utiliser les ressources communes à un stade phénologique spécifique de la culture. L'intégration de la culture hôte et de ses bioagresseurs permettrait d'étudier l'impact de chacun de ceux-ci sur la culture et de déterminer la nature de leur effet respectif sur la croissance, la qualité et le rendement des cultures.



**Figure 2. Influence du climat et de la région de culture sur les dynamiques entre la culture hôte et ses bioagresseurs**

Une autre complication réside dans l'intégration d'un troisième niveau trophique. La difficulté est imputable au fait que chaque niveau d'un système peut être déterminé par différents facteurs (Hance *et al.*, 2007). L'équilibre hôte-parasitoïde peut être perturbé par une altération de la synchronisation entre l'hôte et le parasitoïde, par une divergence de leurs températures de développement ou par des modifications de la répartition géographique de l'une ou l'autre des

espèces. L'intégration d'espèces d'un troisième niveau trophique, notamment les parasitoïdes, permettrait l'établissement de meilleures projections de la dynamique d'une population de ravageurs et, par le fait même, des dommages potentiels causés aux cultures.

Le logiciel du Centre informatique de prévision des ravageurs en agriculture (CIPRA) comprend plusieurs modèles de prévision des bioagresseurs, lesquels diffèrent sensiblement sur le plan de leur structure et des intrants requis (Plouffe *et al.*, 2004). Toutefois, la majorité de ceux-ci sont spécifiques à un seul bioagresseur et peu de modèles intègrent l'hôte, ses bioagresseurs et le climat afin d'étudier la dynamique de chacun et les interactions entre eux. Dans un contexte de climat variable et en évolution, les modèles de simulation dynamique offrent d'excellentes possibilités pour mieux comprendre la complexité de ces écosystèmes agricoles.

## Références

- Bourgeois, G. et D.L. Benoit. 2005. *Modelling of early phenological stages of six important weed species*. Affiche présentée au 59th Annual CWSS Meeting, 27- 30 Nov. 2005, Niagara Falls, ON.
- Bourgeois, G., D. Plouffe *et al.* 2005. *Bioclimatic modelling of carrot phenology from seeding to root harvest*. Conférence présentée au 31st International Carrot Conference, 11-14 sept. 2005, Longueuil, Québec.
- Chuine, I. et E.G. Beaubien. 2001. *Phenology is a major determinant of tree species range*. Ecology Letters 4 :500-510.
- Easterling, W.E. *et al.* (2007). *Food, fibre and forest products in Climate Change 2007: IPCC op.cit.*
- Hance, T., J. van Baaren, P. Vernon, et G. Boivin. 2007. *Impact of temperature extremes on parasitoids in a climate change perspective*. Annu. Rev. Entomol. 52:107-126.
- Plouffe, D., G. Bourgeois *et al.* 2004. *Centre informatique de prévisions des ravageurs en agriculture (CIPRA); Version 10*. AAFC, Technical Bulletin # A54-9/2004-4F-PDF.
- Turnock, W.J. et G. Boivin. 1997. *Inter- and intra-population differences in the effects of temperature on postdiapause development of Delia radicum*. Entomol. Exp. Appl. 84:255-65.
- van Vliet, A.J.H., R.S. de Groot *et al.* 2003. *The European Phenology Network*. International Journal of Biometeorology 47:202–212.