HAL
open science

Application des algorithmes génétiques pour la conception de systèmes de culture durable

Mohamed Mahmoud Ould Sidi, Bénédicte Quilot-Turion, Abdeslam Kadrani, Nadine Hilgert, Michel M. Génard, Francoise F. Lescourret

To cite this version:

Mohamed Mahmoud Ould Sidi, Bénédicte Quilot-Turion, Abdeslam Kadrani, Nadine Hilgert, Michel M. Génard, et al.. Application des algorithmes génétiques pour la conception de systèmes de culture durable. 12. Congrès annuel de la société française de la recherche opérationnelle et de l'aide à la décision., Mar 2011, Saint-Etienne, France. 2 p. hal-02809734

HAL Id: hal-02809734

https://hal.inrae.fr/hal-02809734

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Application des algorithmes génétiques pour la conception de systèmes de culture durable

Mohamed Mahmoud Ould Sidi[1], Quilot-Turion Bénédicte[2], Kadrani Abdeslam[1], Hilgert Nadine[3], Génard Michel[1], Françoise Lescourret[1]

[1] UR 1115, Plantes et Systèmes de culture Horticoles, INRA, 84000 Avignon, France; {mmouldsidi,akadrani,Michel.genard,lescou}@avignon.inra.fr

[2] UR 1052, Génétique et Amélioration des Fruits et Légumes, INRA, 84000, Avignon, France; Benedicte.Quilot@avignon.inra.fr

[3] UMR 729, MISTEA, INRA SUPAGRO, 34000, Montpellier, France; hilgert@supagro.inra.fr

Mots-clés *: Modèles de culture, production intégrée, algorithmes évolutionnaires, NSGA-II.*

1 Introduction

Les monilioses sont les principales maladies fongiques aériennes dommageables pour les arbres fruitiers à noyaux, et notamment le pêcher. Elles occasionnent des traitements chimiques à l'approche de la récolte des fruits, ce qui est problématique d'un point de vue environnemental et sanitaire. Aucun moyen de lutte alternative (biologique, génétique…) n'est aujourd'hui disponible et l'utilisation massive des meilleurs fongicides pourrait favoriser l'apparition de souches résistantes. C'est dans ce contexte et dans le cadre d'une agriculture durable à moindre coût écologique qu'il est nécessaire de concevoir des systèmes de production associant différents moyens de lutte afin de réduire les infections et limiter l'usage des fongicides. Ainsi, une question cruciale pour l'avenir est de savoir comment gérer la qualité des fruits en trouvant les meilleures combinaisons de ressources génétiques et pratiques culturelles adaptées à des environnements spécifiques.

Plusieurs auteurs ont proposé d'utiliser les modèles de simulation écophysiologiques pour optimiser les interactions génotype x environnement x pratiques culturales et pour la conception de nouveaux idéotypes adaptés aux environnements cibles [1][2][3][4][5].

Ici, nous discutons de l'utilisation du modèle écophysiologique « fruit virtuel » couplé avec un algorithme évolutionnaire d'optimisation multiobjectif pour la conception de systèmes de production durable combinant idéotypes et des pratiques novatrices dans le cas de la pêche.

2 Méthodologie

Le modèle « fruit virtuel » décrit l'élaboration de croissance et la qualité des fruits [2]. Les entrées du modèle fruit virtuel sont le climat (température, humidité, rayonnement), la charge fruitière (éclaircissage), stress hydrique (irrigation) et des paramètres génétiques (génotypiques). Nous avons dans un premier temps réalisé une analyse de sensibilité de ce modèle afin d'identifier les paramètres importants, c'est-à-dire ceux qui affectent significativement les différentes sorties du modèle. Dans une deuxième étape, nous avons couplé ce modèle avec l'algorithme évolutionnaire NSGA-II. Les variables de décision (ou de sélection) sont les paramètres génétiques précédemment

identifiés. Six principaux paramètres intervenant respectivement dans la croissance, le métabolisme du sucre, et la sensibilité aux cracks (pourritures) ont servi de base pour définir les génotypes. Le modèle fruit virtuel est utilisé pour l'évaluation multicritère de l'ensemble des génotypes virtuels générés par l'algorithme. Trois critères ont été considérés : le poids frais du fruit, sa teneur en sucre (qualité gustative), et la densité des cracks sur la peau (portes d'entrée pour les monilioses). Les deux premiers critères sont à maximiser, tandis que le dernier est à minimiser. Plusieurs contraintes ont été aussi prises en compte.

3 Résultats

Nous avons utilisé le fruit virtuel pour simuler la qualité du fruit de génotypes virtuels, dans deux sites climatiques (Avignon et Bordeaux), pour des niveaux de charge en fruits et le stress hydrique contrastés. Les traits simulés par le modèle sont la masse de fruit, la teneur en sucre, et la sensibilité à la pourriture brune (densité de la peau de fissures). Les simulations ont permis montrer des interactions entre les génotypes, les pratiques et le climat. Des antagonismes forts entre les caractères d'intérêt ont été observés. Les simulations ont également montré un comportement émergent du modèle illustrant comment des comportements inattendus des systèmes complexes peuvent être prédits et analysés par des modèles de simulation basés sur des processus physiologiques. A partir de ces résultats, les meilleures combinaisons de génotypes, de pratiques culturales, et de climats optimisant les traits de la qualité du fruit ont été identifiés.

4 Conclusions et perspectives

Ce travail nous a permis de démontrer l'utilité de la conception assistée par modèles pour proposer des systèmes de production combinant des pratiques culturales et des idéotypes variétaux innovantes. Le problème de conception traité ici est un problème d'optimisation multiobjectif difficile à résoudre avec des méthodes classiques. C'est pourquoi nous aimerions tester des méthodes d'optimisation multicritère plus efficaces, ce qui permettra d'explorer d'une manière plus intelligente l'espace de recherche et ainsi d'améliorer la qualité des solutions proposées au décideur.

Références

[1] Bertin N., Martre P., Génard M., Quilot B., Salon C. 2010. Under what circumstances can process-based simulation models link genotype to phenotype for complex traits? Case-study of fruit and grain quality traits. Journal of Experimental Botany, 61, 955-967

[2] Lescourret F., Genard M. 2005. A virtual peach fruit model simulating changes in fruit quality during the final stage of fruit growth. Tree Physiology 25, 1303-1315

[3] Letort V., Mahe P., Cournède P-H., De Reffye P., Courtois B. 2008. Quantitative genetics and functional-structural plant growth models: simulation of quantitative trait loci detection for model parameters and application to potential yield optimization. Annals of Botany 101, 1243-54

[4] Quilot B., Kervella J., Genard M., Lescourret F. 2005. Analysing the genetic control of peach fruit quality through an ecophysiological model combined with a quantitative trait loci approach. Journal of Experimental Botany, 56, 3083-3092

[5] Tardieu F. 2003. Virtual plants: Modelling as a tool for the genomics of tolerance to water deficit. Trends in Plant Science 8, 9-14