



## Sujet de stage de M2

# Application du contrôle optimal pour diminuer la fréquence et la quantité des traitements phytosanitaires

renaud.dessalles@greenshield.fr, francois.feugier@greenshield.fr

L'usage des pesticides dans l'agriculture est de plus en plus limité à cause de leur impact sur la santé et l'environnement. L'entreprise Greenshield cherche à proposer des solutions alternatives dans la lutte contre les ravageurs, les maladies ou mauvaises herbes. Dans le cadre d'un partenariat avec le Laboratoire Jacques-Louis Lions, le présent sujet de stage porte sur l'optimisation des traitements en fonction de la météo en utilise les outils du contrôle optimal : l'application de phytosanitaires (de type fongicide de surface) sera le contrôle impulsionnel qui influencera la dynamique d'un système dépendant de la météo.

Nous pouvons considérer comme premier modèle un simple lessivage du phytosanitaire par la pluie : dans le cas où il y a  $n$  traitements, l'évolution du phytosanitaire  $\varphi$  dépendra des dates de traitements  $\theta_i$  (à optimiser) et des doses  $\nu_i$  (à optimiser) ainsi que de la pluie  $r$ . La dynamique de  $\varphi$  suivra

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \sum_{i=1}^n \nu_i \delta(t - \theta_i) - \varphi (\alpha + \beta r(t))$$

où  $\alpha$  est le taux naturel de dégradation du phytosanitaire et  $\beta r(t)$  son lessivage par la pluie. En cherchant à ce que la quantité de phytosanitaire reste autour d'une quantité optimale  $\varphi^*$  tout en minimisant les doses  $\nu_i$ , on devra minimiser la fonction de coût :

$$J(\varphi, \nu, \theta) = \int_0^T \left( \frac{1}{2} (\varphi - \varphi^*)^2 + \rho \sum_{i=1}^n \nu_i \delta(t - \theta_i) \right) dt$$

Dans un premier temps, le ou la stagiaire analysera et résoudra numériquement ce premier modèle d'optimisation avec des paramètres donnés par Greenshield. Ensuite, pour enrichir le modèle, un travail de modélisation sera demandé en introduisant successivement une variable pour décrire la maladie puis les plantes : en modélisant la maladie, on ne cherchera plus à maintenir le phytosanitaire autour d'une valeur optimale  $\varphi^*$ , mais on s'efforcera à limiter la croissance de la maladie (dont la dynamique devra être modélisée) ; de même, avec la variable décrivant la quantité de plantes, qui sont attaquées par la maladie dans le modèle, on considèrera l'optimisation d'un critère de rendement en fin de saison.

Pour toute question sur ce stage, merci de contacter

renaud.dessalles@greenshield.fr, francois.feugier@greenshield.fr