

Construction de systèmes de cultures par algorithmes d'optimisation

– Un exemple d'utilisation du modèle FLORSYS –

Thibault Maillot, Maxime Mion, Jean-Baptiste Vioix, Nathalie Colbach

`thibault.maillot@agrosupdijon.fr`

Paris, Colloque final du projet CoSAC – 31/01/2019



1. PRÉLUDE

2. APPLICATION À FLORSYS

3. PERSPECTIVES

LE PRINCIPE DE L'OPTIMISATION

Définition. Problème d'optimisation

Soient $n, p \in \mathbb{N}$ et un **coût** $f : E \rightarrow \mathbb{R}^n$ défini sur $E \subset \mathbb{R}^p$.

On cherche un élément $\bar{x} \in E$ tel que $\forall x \in E, f(\bar{x}) \leq f(x)$.

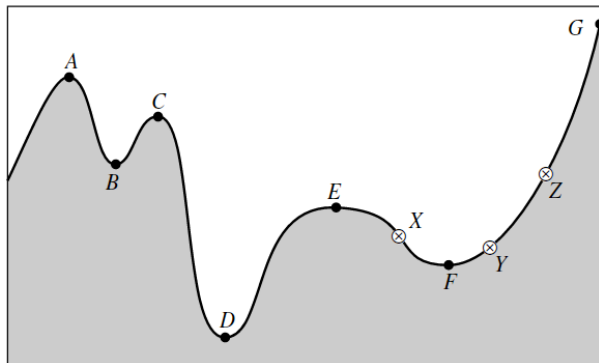


FIGURE – [Press et al., 2007]

PROCÉDURE D'OPTIMISATION

LES ALGORITHMES GÉNÉTIQUES

Les algorithmes génétiques simulent le processus d'évolution naturelle selon le modèle darwinien (principe de variation, d'adaptation et d'hérédité) [Goldberg, 1989].

Caractéristiques d'un algorithme génétique, dans notre étude :

- ▶ Une **population** est un ensemble d'**individus**.
- ▶ Un **individu** est une solution potentielle, composé d'un **chromosome**.
- ▶ Un **chromosome** est constitué d'une chaîne de **gènes**.
- ▶ Des **populations** sont générées **itérativement** via 3 opérations :
 - La sélection** Les éléments les mieux adaptés (fitness) de la population sont favorisés.
 - Le croisement et la mutation** assurent l'exploration de l'espace d'états (les différentes combinaisons de valeurs des gènes – **allèles**).

PROCÉDURE D'OPTIMISATION

LES ALGORITHMES GÉNÉTIQUES

Exemple : Application à la maximisation d'une gaussienne

Remarque. Et FLORSYS ?

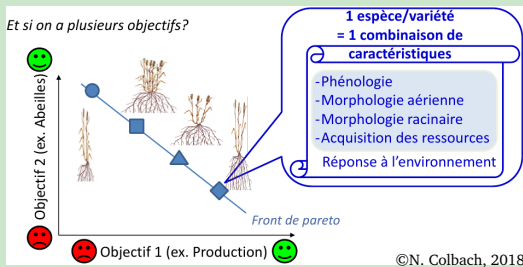
- ▶ Axes X et Y : deux variables d'entrée (densités de semis et interrang)
- ▶ La gaussienne : un indicateur agronomique comme le rendement.

OPTIMISATION MULTI-CRITÈRES

Dans le cas d'une optimisation **multi-critères**, il est rare que l'optimum soit atteint au même point.

Un **compromis** entre ces critères mène à la construction d'un **front de Pareto**¹ [Fonseca and Fleming, 1993].

Exemple : Application à la sélection de traits



1. Ensemble de solutions non dominées : on ne peut pas améliorer un critère sans détériorer l'autre.

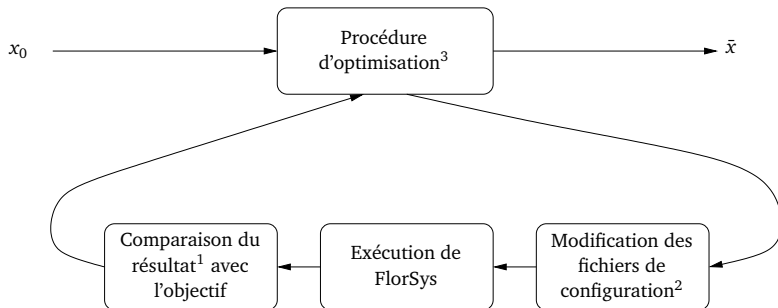
1. PRÉLUDE

2. APPLICATION À FLORSYS

3. PERSPECTIVES

COMMUNIQUER AVEC FLORSYS

PRINCIPE



¹ Indicateurs agronomiques moyennés sur la simulation

² `itk.dat`; `florsys.dat`

³ Algorithme génétique

PROBLÉMATIQUES

Quel est l'état/la variable à optimiser ?

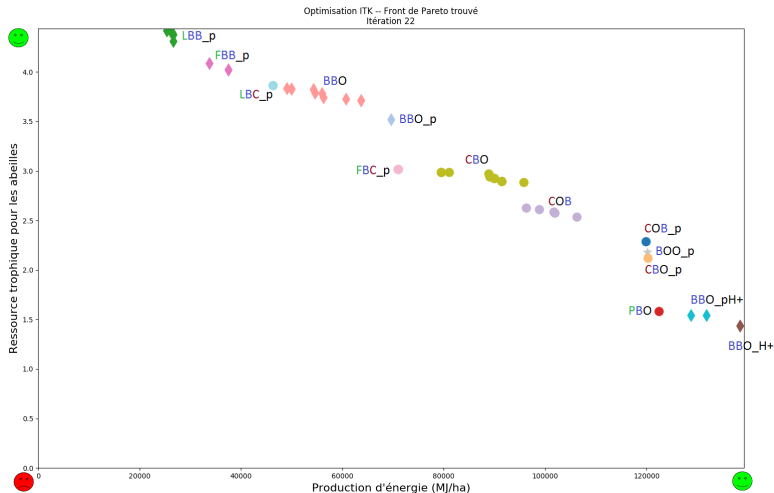
1. À un ensemble de **cultures et d'itinéraires techniques** donnés, on essaye d'optimiser un **système de cultures**.
2. La durée des rotations culturales est de **3 ans**.

Quel est le coût ?

1. La production énergétique (MJ/ha).
2. L'offre trophique aux abeilles par les adventices.

EXEMPLES D'APPLICATION

RECHERCHE DE SYSTÈMES DE CULTURES



1. PRÉLUDE

2. APPLICATION À FLORSYS

3. PERSPECTIVES

BILAN

Pour résumer :

- ▶ Les heuristiques sont adaptées pour faire de l'optimisation avec FLORSYS.
- ▶ Il est possible d'établir des systèmes de cultures à partir d'algorithme d'optimisation.
⇒ Une preuve de concept a été faite !

À venir :

- ▶ Gestion des contraintes fixées par des agriculteurs (précédents culturaux, machines disponibles sur l'exploitation, ...).
- ▶ Prise en compte de la situation de production (contraintes pédoclimatiques, filières disponibles, ...) ?
- ▶ ...

QUESTIONS

Merci de votre attention.



Fonseca, C. M. and Fleming, P. J. (1993).

Genetic algorithms for multiobjective optimization : Formulation discussion and generalization.

In *Proceedings of the 5th International Conference on Genetic Algorithms*, pages 416–423, San Francisco, CA, USA. Morgan Kaufmann Publishers Inc.



Goldberg, D. E. (1989).

Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning.

Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1st edition.



Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., and Flannery, B. P. (2007).

Numerical Recipes 3rd Edition : The Art of Scientific Computing.

Cambridge University Press, New York, NY, USA, 3 edition.