HAL
open science

# Cigale ou fourmi ? Quand la programmation dynamique guide nos décisions

Alain Rapaport, Jean-Philippe Terreaux

## To cite this version:

Alain Rapaport, Jean-Philippe Terreaux. Cigale ou fourmi ? Quand la programmation dynamique guide nos décisions. Brèves de Maths - Mathématiques de la Planète Terre, Nouveau Monde Editions, 2013, 2365838960. hal-00859582

**HAL Id: hal-00859582**

**https://inria.hal.science/hal-00859582v1**

Submitted on 26 Jan 2023

**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.

# Cigale ou fourmi ? Quand la programmation dynamique guide nos décisions

*Alain Rapaport (INRA Montpellier), Jean-Philippe Terreaux (IRSTEA Bordeaux)*

*Figure 1 Exploitation de forêt*

Le site Mathématiques de la Planète Terre (MPT), aujourd'hui Brèves de maths, a proposé, durant toute l'année 2013, une brève quotidienne avec « pour objectif d'illustrer la variété des problèmes scientifiques dans lesquels la recherche mathématique actuelle joue un rôle important, ainsi que certains grands moments dans l'histoire des sciences où les mathématiques ont, en interaction avec les autres sciences, aidé à comprendre ce que nul n'avait compris jusque-là. »

Vous pourrez retrouver la plupart de ces brèves dans notre dossier Mathématiques de la Planète Terre et l'intégralité ainsi que de nouvelles brèves, sur le site Brèves de maths.

L'homme exploite les ressources de la planète pour son bien-être. Heureusement, certaines ressources sont renouvelables (eau, forêt…) mais leur temps de régénération peut être important à notre échelle : de plusieurs décennies (pour voir les arbres d'une forêt replantée parvenir à maturité) à plusieurs centaines d'années (pour la recharge de nappes phréatiques).

Compte tenu du niveau actuel de ces ressources, comment les exploiter aujourd'hui sans diminuer le bien-être des années futures ?

L'optimisation intertemporelle, grâce aux techniques de la programmation dynamique inventée par R. Bellman dans les années 50, permet d'identifier plusieurs types de situations. La situation optimale que l'on obtient est celle de la "fourmi". C'est une politique d'anticipation permettant d'obtenir une stabilisation du revenu annuel de l'exploitation sur le long terme. Au contraire, la pire situation est celle de la "cigale", c'est une politique d'exploitation « gloutonne » qui conduit à extraire tous les ans un maximum de ressources disponibles. En permettant de jouer sur les paramètres bioéconomiques du système (prix unitaire, facteur d'escompte, taxes…), on obtient ainsi un outil mathématique et

informatique pour le décideur ou le législateur. L'objectif est d'inciter les exploitants à adopter une attitude en faveur du développement durable, en préservant leurs revenus et sans compromettre ceux des générations futures.

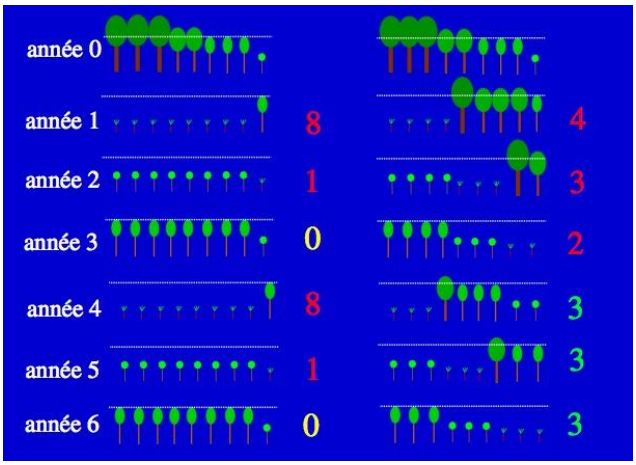


*Figure 2 Croissance d'arbres et récolte de bois sur 9 parcelles forestières. A gauche, politique "gloutonne" : tous les quatre ans, aucune ressource ne peut être récoltée. A droite, politique "soutenable" : tous les ans, une quantité minimale de ressources disponibles est assurée.*

Le terme "soutenable" n'est pas une mauvaise traduction de "sustainable". Une politique "durable" consiste à faire en sorte que la ressource ne s'éteigne pas. Une politique "soutenable" permet de garantir un minimum de récolte chaque année. En pratique (et en mathématiques !) les définitions sont bien différentes.

L'explosion combinatoire du problème ne permet pas d'envisager une exploration systématique par l'ordinateur. En effet, par exemple, un modèle d'exploitation forestière constitué de cinquante parcelles, pour lequel la décision annuelle est de choisir le nombre de parcelles à exploiter et replanter, sous la contrainte que les arbres abattus soient au moins centenaires, comprend un nombre de combinaisons de l'ordre de 1040 !

Ainsi, on doit faire appel aux mathématiques pour analyser et caractériser les politiques qui optimisent le bénéfice des coupes sur un marché économique, actualisé sur le long terme. Comprendre la structure de ces politiques pour l'arbitrage entre plusieurs usages de la ressource (par exemple, plusieurs essences d'arbres à replanter) est un problème encore ouvert. Retrouvez cet article sur le site MPT.

Brève rédigée par Alain Rapaport (INRA Montpellier) et et Jean-Philippe Terreaux (IRSTEA Bordeaux).

**Crédits Images :**

- *Ludovic Péron (1ère image).*
- *Alain Rapaport et Jean-Philippe Terreaux (2ème image).*