



Séminaire ModelEco IAMM 19-21 Mars 2018

# Module Economie Comportementale et Programmation MultiCritère

Sophie Thoyer

ModelEco

## Agit-on toujours rationnellement?



# Un exemple expérimental

- ▶ Deux « sujets » qui ne se connaissent pas
  - ▶ Une somme de 100 € est donnée au joueur 1 (le « dictateur »)
  - ▶ Il peut proposer de verser une partie de cette somme au joueur 2
  - ▶ Les décisions sont anonymes et non divulguées
- 
- ▶ Résultats: trois types de dictateurs
  - ▶ « Egoïste – 25% – ne donne rien ou très inférieur à 50%
  - ▶ « Juste » – 50% – partage en deux parts égales
  - ▶ « Altruïste » – 25% – donnent plus que 50%

Que  
joueriez  
vous?

## Les limites de la rationalité substantive

L'analyse économique standard fait le postulat que les acteurs économiques sont **parfaitement rationnels** et se comportent de manière à **maximiser leur intérêt individuel en utilisant toute l'information disponible**:

**Homo oeconomicus.**

Elle postule aussi que ses préférences sont:

- stables
- transitives
- cohérentes



**Emotions? Routines? Lien social?**

# Quelques questions

- Comment expliquer les différences entre les comportements prédits par la théorie et les « erreurs » (régulières) des comportements observés?
- Est-ce important de les prendre en considération dans les modèles de simulation?
- Comment peut-on les prendre en compte?

# Herbert Simon et la rationalité limitée et procédurale

Système réflexif	Système automatique
Contrôlé	Non contrôlé
Nécessite des efforts	Sans efforts
Déduction	Logique d'association
Lent	Rapide
Conscient	Inconscient
Se conforme à des règles	Poids des émotions

Deux processus cognitifs – deux parties du cerveau

## Homo Sapiens




- Dispassionately pursues self-interest
- Makes unbiased judgments
- Effortlessly implements rational decisions

- Ill-defined desires, preferences
- Judgments and choice influenced by emotions
- Subject to self-control problems

- Limite des capacités cognitives
- Raccourcis mentaux
- Routines créées par l'apprentissage

# Des heuristiques plus simples

Logique du **SATISFICING** (Simon, 1953):



*satisfy*  
*suffice*

**Décisions séquentielles** pour s'assurer d'atteindre des objectifs (ordonnés ou pondérés)

Ou

**Optimisation de compromis**: pour plusieurs objectifs poursuivis simultanément, minimiser les écarts à l' « idéal »

Ou

.....



## L'essor de l'économie comportementale

- ▶ Travaux fondateurs de deux psychologues: Kahneman et Tversky, suivis de beaucoup d'autres (Thaler, Camerer, Smith etc...)
- ▶ Montrent empiriquement (en lien avec l'économie expérimentale) l'existence d'"erreurs" systématiques et constituent un repertoire de "biais cognitifs"
- ▶ Construisent la théorie des perspectives pour modéliser les décisions en univers risqué, alternative à la théorie de l'utilité espérée
- ▶ Ces travaux ont amené à intégrer les apports de l'économie comportementale dans l'élaboration des politiques publiques



## Beaucoup d'avancées sur l'attitude face au risque et l'incertitude

### ➤ Déformation des probabilités:

- surestimer les petites probabilités et sous-estimer les grandes;
- Appliquer la loi des petits nombres

### ➤ Aversion à la perte:

Les individus perçoivent plus intensément les pertes que les gains

### ➤ Importance du point de référence:

Qu'appelle t-on une perte/gain?

- en absolu?
- par rapport aux gains de l'an dernier? Du voisin
- par rapport à ce qu'on aurait pu gagner si on avait pris la bonne décision (aversion au regret)

➡ Effet de statu quo!

## Beaucoup d'autres biais cognitifs

- ▶ **Tendance à être sur-optimiste** quant à son propre comportement comparé à celui des autres (tous les agriculteurs pensent qu'ils utilisent moins de pesticides que la moyenne)
- Les individus se considérant comme au-dessus de la moyenne peuvent attribuer la responsabilité de faire quelque chose aux autres et donc penser que les efforts doivent être faits par les individus qui sont au-dessous de la moyenne
- Quand les individus sont **informés sur leur contribution réelle** dans un domaine donné, ils sont plus susceptibles de se comporter de la manière souhaitée!

## Beaucoup d'autres biais cognitifs

- ▶ **Effets de position ou de rang**: les individus ne sont pas intéressés par ce qu'ils gagnent en valeur absolue uniquement, mais aussi en comparaison de ce que gagnent les autres dans leur groupe de référence (valeur relative)
- ▶ Certains objectifs (le rendement!) sont poursuivis pour leur capacité à communiquer une information sur le rang, la position de l'individu par rapport

## Les préférences personnelles

- **Normes individuelles** (motivations intrinsèques): peuvent s'écarter de la recherche du profit
  - Règles morales
  - Sens du devoir
  - Accomplissement personnel
  - Réputation
  - Préférences individuelles (par exemple pour l'environnement )
- **Effets de synergie** (positifs ou négatifs) avec les motivations extrinsèques

Exemple du don du sang aux Etats-Unis – Eviction durable de la motivation intrinsèque

## Les préférences sociales

- Le comportement d'un individu est souvent influencé **par le comportement des autres** et ce sur plusieurs dimensions (contrairement à l'hypothèse d'indépendance des préférences):
  - Un individu peut souhaiter se conformer à ce qu'il croit être la « norme sociale », ce que la majorité des membres de son groupe social fait: **norme sociale descriptive**
  - Un individu peut souhaiter se conformer à ce qu'il pense que les autres membres de son groupe social attendent de lui: **norme sociale prescriptive**
- Il sont sensibles à des **formes de sanction particulières** de nature non-monnaire (ostracisme, exclusion de certains 'milieux', regard des autres, octroi de distinctions, etc.)

### Comment modéliser ces comportements en programmation mathématique?

- Intégrer les préférences individuelles et sociales dans la fonction d'utilité?
- Améliorer la prise en compte du temps et des risques dans les modèles risqués ou/et inter-temporels
- Repenser la structure du modèle pour représenter des heuristiques différentes: modélisation par but / modélisation multi-critères

# Un exemple: les motivations des viticulteurs pour des pratiques plus respectueuses de l'environnement

*Thèse en cours de Jesus Lozano Vita*

*Article par Jesus Lozano Vita, Florence Jacquet et Sophie Thoyer*

**PROBLEMATIQUE** : Est-ce que les motivations non-matérielles pèsent dans les choix de pratiques agricoles des agriculteurs?

- ▶ Des viticulteurs soumis aux mêmes contraintes techniques et économiques ont des pratiques hétérogènes → on fait l'hypothèse que des facteurs comportementaux motivent leurs choix
- ▶ Comment identifier et mesurer le poids de ces facteurs non économiques?



## Enquête auprès des viticulteurs d'une coopérative du Sud-Est de la France

Caractériser la  
diversité de leurs  
pratiques

Identifier leurs  
motivations dans ce choix  
des pratiques

### Mesure des motivations sur une échelle de Likert:

- **Economique** : Minimisation des coûts
- **Morale** : Préférence pour l'environnement
- **Sociale** : Avoir les mêmes pratiques que la majorité des viticulteurs de la coopérative
- **Style de vie** : Minimisation du temps de travail personnel sur l'exploitation



Séminaire ModelEco IAMM 19-21 Mars 2018

# Module Economie Comportementale et Programmation MultiCritère

Florence Jacquet

ModelEco

# Optimisation Multicritère

- ▶ Deux grands types de modèles :
  - Modèles de programmation par but : « Goal Programming » → on cherche à atteindre un niveau satisfaisant pour chaque critère.
  - Modèles de programmation multiobjectifs, → on cherche à atteindre un compromis entre les objectifs

# Optimisation Multicritère

- ▶ Deux grands types de modèles :
  - Modèles de programmation par but : « Goal Programming » → on cherche à atteindre un niveau satisfaisant pour chaque critère. Deux variantes :
    - Programmation par buts pondérés
    - Programmation lexicographique
  - Modèles de programmation multiobjectifs, → on cherche à atteindre un compromis entre les objectifs

# Programmation par buts

## Exemple

- ▶ Un agriculteur dispose de 10 ha de vignes, il a le choix entre 16 itinéraires techniques (plus ou moins utilisateur de pesticides). A chacun des ITK est associé, coût de production (C), quantité de main d'œuvre (MO) , Indicateur environnemental (IFT) , indice de norme Sociale (NS) de 1 à 10 (1 =la pratique la plus courante)
- ▶ L'agriculteur souhaite que son coût soit inférieur à 950€/ha, ne pas travailler plus de 14h/ha, s'éloigner au maximum de 6 points de la pratique la plus courante (NS) et avoir au maximum un IFT de 5 sur son exploitation. Le modèle choisit le(s) itinéraire(s) technique(s) permettant de se rapprocher de ces objectifs.

## ▶ Etape 1

- ▶ On écrit les équations de calcul des déviations par rapport aux buts : déviations n (on sera en dessous du but) et p (on sera au dessus du but)

$$\sum_{it} x_{it} * C_{it} + n_1 - p_1 = 950 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * MO_{it} + n_2 - p_2 = 14 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * NS_{it} + n_3 - p_3 = 7 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * IFT_{it} + n_4 - p_4 = 5 * SAU$$

## Programmation par buts pondérés

Chaque objectif peut avoir un poids différent dans la prise de décision. Ici on considère que l'objectif le plus important est l'environnement (min IFT) et qu'il compte pour 40% dans sa prise de décision. Les objectifs de minimisation des coûts et du temps de travail ont un poids de 25% chacun et la déviation par rapport à la norme sociale ne compte que pour 10%.

$$\sum_{it} x_{it} * C_{it} + n_1 - p_1 = 950 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * MO_{it} + n_2 - p_2 = 14 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * NS_{it} + n_3 - p_3 = 7 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * IFT_{it} + n_4 - p_4 = 5 * SAU$$

$$\text{Minimiser } 0,25 * \frac{p_1}{950} + 0,25 * \frac{p_2}{14} + 0,1 * \frac{p_3}{7} + 0,4 * \frac{p_4}{5}$$

## Programmation par buts **lexicographique**

Au lieu de donner des poids à chacun des objectifs le décideur nous donne **un ordre d'importance absolu des objectifs**. Ici on considère que la première priorité est le coût. Ensuite, l'objectif environnemental et celui du temps de travail sont un deuxième niveau de priorité. La norme sociale est le dernier objectif à atteindre.

$$\sum_{it} x_{it} * C_{it} + n_1 - p_1 = 950 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * MO_{it} + n_2 - p_2 = 14 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * NS_{it} + n_3 - p_3 = 7 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * IFT_{it} + n_4 - p_4 = 5 * SAU$$

$$\text{Minimiser } H = [h_1(p_1); h_2\left(\frac{p_2}{14} + \frac{p_4}{5}\right); h_3(p_3)]$$



# Optimisation Multicritère

- ▶ Deux grands types de modèles :
  - Modèles de programmation par but : « Goal Programming » → on cherche à atteindre un niveau satisfaisant pour chaque critère. Deux variantes :
    - Programmation par but pondéré
    - Programmation lexicographique
  - Modèles de programmation multiobjectifs, → on cherche à atteindre un compromis entre les objectifs
    - On mesure la distance par rapport à l'Idéal de chaque objectif, avec différentes métriques
    - On minimise cette distance

## Programmation multiobjectif par compromis

- ▶ Un agriculteur dispose de 10 ha de vignes, il a le choix entre 16 itinéraires techniques (plus ou moins utilisateur de pesticides) . A chacun des ITK est associé, coût de production (C), quantité de main d'œuvre (MO) , Indicateur environnemental (IFT) , indice de norme Sociale (NS) de 1 à 10 (1 étant la pratique la plus courante)
- ▶ ~~L'agriculteur souhaite que son cout soit inférieur à 950€/ha, ne pas travailler plus de 14h/ha, s'éloigner au maximum de 6 points de la pratique la plus courante (NS) et avoir au maximum un IFT de 5 sur son exploitation.~~
- ▶ **L'agriculteur cherche à minimiser l'ensemble des objectifs.** Pour l'agriculteur considéré l'objectif le plus important est l'objectif environnemental. Cet objectif compte pour 40% dans sa prise de décision. Les objectifs de minimisation des coûts et du temps de travail ont un poids de 25% chacun et la déviation par rapport à la norme sociale ne compte que pour 10% dans sa prise de décision.

# Programmation multiobjectif par compromis : Calcul Ideal Antideal

- ▶ Un agriculteur dispose de 10 ha de vignes, il a le choix entre 16 itinéraires techniques (plus ou moins utilisateur de pesticides) . A chacun des ITK est associé, coût de production (C), quantité de main d'œuvre (MO) , Indicateur environnemental (IFT) , indice de norme Sociale (NS) de 1 à 10 (1 étant la pratique la plus courante)
- ▶ **L'agriculteur cherche à minimiser l'ensemble des objectifs.** Pour l'agriculteur considéré l'objectif le plus important est l'objectif environnemental. Cet objectif compte pour 40% dans sa prise de décision. Les objectifs de minimisation des coûts et du temps de travail ont un poids de 25% chacun et la déviation par rapport à la norme sociale ne compte que pour 10% dans sa prise de décision.
- ▶ **Première étape : Calcul de l'Idéal et de l'Anti-Ideal.** Pour cela, nous minimisons séparément les objectifs

	<b>Idéal</b>	<b>Anti-idéal</b>
<b>Coûts (€/hectare)</b>	831	1045
<b>Temps de travail (heures/hectare)</b>	13,5	20
<b>Norme sociale (unités/hectare)</b>	1	10
<b>IFT (unités/hectare)</b>	4	9

## Programmation MultiObjectifs : Calcul des Distances

- ▶ Formule Générale, on minimise la somme pondérée des distances à l'idéal, **en métrique p**

$$L_p(w) = \left[ \sum_{j=1}^n w_j^p \left| \frac{F_j^* - F_j(X)}{F_j^* - F_{*j}} \right|^p \right]^{1/p}$$

Où  $F_j^*$  représente l'idéal pour l'attribut  $j$ ,  $F_j(x)$  la mesure de cet attribut pour un choix déterminé et  $F_{*j}$  l'anti-idéal pour l'attribut  $j$ .

Où  $p$  peut varier de 1 à l'infini

Pour  $p = 1$  cette définition de la distance correspond à l'addition des distances de chaque attribut par rapport à son idéal.

Pour  $p = 2$  la distance totale correspond à la distance euclidienne.

Quand  $p$  se rapproche de l'infini, ce sont les plus grandes distances qui ont le plus d'importance

## Programmation multiobjectif par compromis : Minimisation de la distance à l'idéal (métrique 1)

	Idéal	Anti-idéal
Coûts (€/hectare)	831	1045
Temps de travail (heures/hectare)	13,5	20
Norme sociale (unités/hectare)	1	10
IFT (unités/hectare)	4	9

$$\sum_{it} x_{it} * C_{it} - p_1 = 831 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * MO_{it} - p_2 = 13,5 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * NS_{it} - p_3 = 1 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * IFT_{it} - p_4 = 4 * SAU$$

$$L_1 = w_1 \left| \frac{p_1}{IC - AIC} \right| + w_2 \left| \frac{p_2}{IMOE - AIMOE} \right| + w_3 \left| \frac{p_3}{INS - AINS} \right| + w_4 \left| \frac{p_4}{IIFT - AIIFT} \right|$$

## Programmation multiobjectif par compromis : Minimisation de la distance à l'idéal (métrique $\infty$ )

	Idéal	Anti-idéal
Coûts (€/hectare)	831	1045
Temps de travail (heures/hectare)	13,5	20
Norme sociale (unités/hectare)	1	10
IFT (unités/hectare)	4	9

*Minimiser  $L^* = D$*

$$w1 \left| \frac{p1}{IC - AIC} \right| \leq D$$

$$w2 \left| \frac{p2}{IMOE - AIMOE} \right| \leq D$$

$$w3 \left| \frac{p3}{INS - AINS} \right| \leq D$$

$$w4 \left| \frac{p4}{IIFT - AIIFT} \right| \leq D$$

$$\sum_{it} x_{it} * C_{it} - p_1 = 831 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * MO_{it} - p_2 = 13,5 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * NS_{it} - p_3 = 1 * SAU$$

$$\sum_{it} x_{it} * IFT_{it} - p_4 = 4 * SAU$$