

Comprendre l'impact des stratégies de prix sur le comportement des consommateurs

Jarod Vanderlynden, Philippe Mathieu, Romain Warlop

Université de Lille - fifty-five

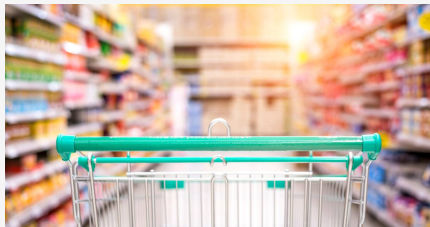
July 6, 2023



Contexte

Cadre marketing, dynamique des prix et utilisation des promotions.

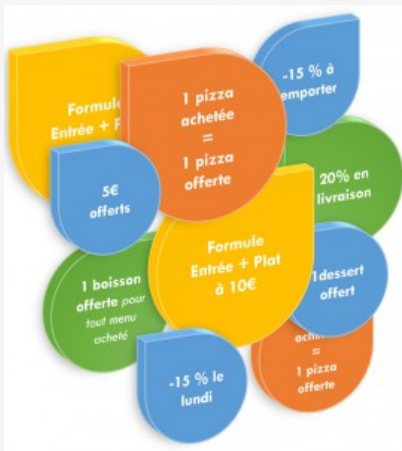
- 1 Pour des magasins type grande surface.
- 2 Mesure d'impact de promotion.
- 3 Cas d'un magasin unique.



Pourquoi un "Agent based model" (ABM)?

Ce qui motive l'utilisation de modèle centré individus (ABM) :

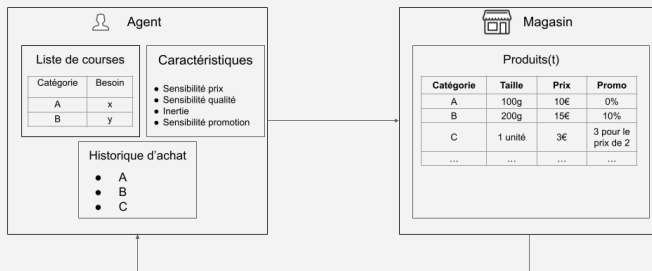
- 1 Hétérogénéité des consommateurs et des campagnes promotionnelles.
- 2 Différents profils de consommateurs.
- 3 Un processus d'achat influencé différemment selon l'agent par la promotion.
- 4 Meilleure compréhension des comportements que l'on modélise et meilleure interprétation des résultats.
- 5 Apparitions d'effet liés aux consommateurs comme la fidélisation.



Lignée scientifique

- Bruce GS Hardie, Eric J Johnson, and Peter S Fader (1993). “Modeling loss aversion and reference dependence effects on brand choice”. In: *Marketing science* 12.4, pp. 378–394
- Wander Jager (2007). “The four P’s in social simulation, a perspective on how marketing could benefit from the use of social simulation”. In: *Journal of Business Research* 60.8, pp. 868–875
- Lamjed Ben Said, Thierry Bouron, and Alexis Drogoul (2002). “Agent-based interaction analysis of consumer behavior”. In: *Proceedings of the first international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems: part 1*, pp. 184–190

Description du modèle/ Les données



On pose comme hypothèses :

- 1 Les produits disponibles le sont en quantité infinie et sont des biens de consommation courante.
- 2 Les clients sont omniscients et voient forcément les promotions.

Les paramètres globaux

L'environnement est caractérisé par les propriétés suivantes :

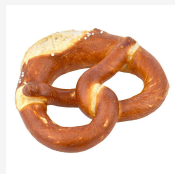
- Φ paramètre de l'aversion à la perte (identique pour le prix et la qualité), $\Phi > 1$.
- C limite de quantité d'achat, $C \geq 1$.
- G_p, G_q, G_i, G_d les paramètres de régulation de l'impact respectivement du prix, de la qualité, de l'inertie et de la promotion (discount).

Les packs

Un pack représente un article quelconque dans un supermarché vendu en quantité unique ou en lot représenté par un quadruplet $P(p, Q_{te}, q, D)$

- Un prix p .
- Une quantité Q_{te} .
- Une qualité q .
- Si le produit est en promotion ou non D .

Les packs sont regroupés en catégories notées C_i . On exclut les achats de différents packs dans une même catégorie.



Les agents

Les agents ont comme caractéristiques :

- $\beta_p, \beta_q, \beta_i, \beta_d$ respectivement, la sensibilité au prix, la qualité, l'inertie et aux promotions.
- Un historique de ce qu'ils ont acheté et en quelle quantité H_{C_i} pour chaque catégorie.
- P_{ref, C_i} un produit de référence par catégorie C_i .
- λ_{C_i} le besoin pour chaque catégorie C_i .

On représentera un agent A :

$$A([\beta_p, \beta_q, \beta_i, \beta_d], \quad (1)$$

$$[C_1 : H_{C_1} = [P_0, P_3, P_0, \dots], P_{ref, C_1}, \lambda_{C_1}, \quad (2)$$

$$C_2 : H_{C_2} = [P_4, P_1, P_6, \dots], P_{ref, C_2}, \lambda_{C_2}, \quad (3)$$

$$\dots]) \quad (4)$$

$$(5)$$

Un exemple

Posons la catégorie C_0 composée de 3 produits :

$$P_0(1, 1, 0.5, 0), P_1(2, 1, 0.8, 0), P_2(1.5, 4, 0.35, 0)$$

Nous allons introduire 2 agents ayant respectivement un profil "prix" et "qualité". La taille de l'historique est fixée à 5.

$$A_0([0.85, 0.05, 0.05, 0.05], [(1, P_0), (2, P_0), (1, P_1), (1, P_1), (2, P_0)], 1.4, 1.4)$$

$$A_1([0.05, 0.85, 0.05, 0.05], [(2, P_1), (2, P_1), (3, P_0), (1, P_2), (1, P_1)], 1.475, 2.4)$$

Les profils correspondent à des ensembles de paramètres β .

Le processus d'achat

Le processus d'achat représente ce qu'un agent réalise comme calculs pour acheter un pack d'une catégorie. Il est le même pour tous les agents.

Probabilité d'achat

Sur une catégorie suivant la probabilité $B(C_i, t + 1)$, détermine l'achat ou non d'un pack.

Choix des packs

Évaluation de tous les packs de la catégorie selon la fonction U .

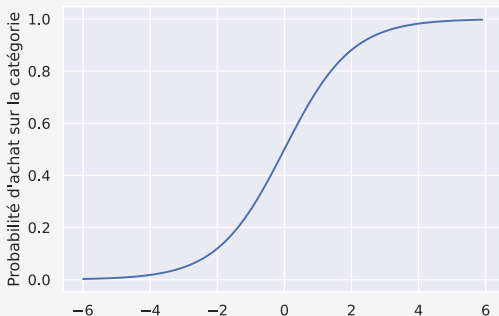
Choix de la quantité

Selon la fonction $Achat(P, t + 1)$.

Probabilité d'achat

Probabilité d'achat

Sur une catégorie suivant la probabilité $B(C_i, t + 1)$, détermine l'achat d'un pack ou non.



Moyenne de l'écart des achats au besoin sur les T derniers pas de temps

Choix des packs

Choix des packs

Évaluation de tous les packs de la catégorie selon la fonction U .

U est le calcul du score du produit P . On note p le prix du pack P et p_{ref} le prix de P_{ref,C_i} . De même pour la qualité.

$$U(P) = U_p + U_q + U_i + U_d \quad (6)$$

$$U_p = G_p \times (\Phi \times (p - p_{ref})_+ + (p_{ref} - p)_+) \times \beta_p \quad (7)$$

$$U_q = G_q \times (\Phi \times (q - q_{ref})_+ + (q_{ref} - q)_+) \times \beta_q \quad (8)$$

$$U_i = G_i \times (nb_{bought} - nb_{bought}^2) \times \beta_i \quad (9)$$

$$U_d = G_d \times D \times \beta_d \quad (10)$$

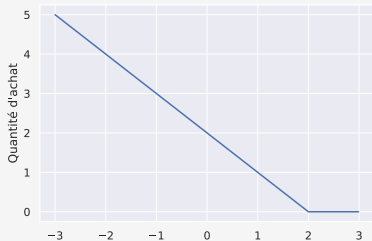
$(x)_+$ représente le maximum entre 0 et x .

Choix de la quantité

Choix de la quantité

Selon la fonction $Achat(P, t + 1)$.

La quantité achetée est fonction de l'écart du besoin $\lambda_{i,a}$ aux T derniers achats multiplié par la fonction de saturation.



Moyenne de l'écart des achats au besoin sur les T derniers pas de temps

Figure: Quantité d'achat selon l'écart aux derniers pas de temps pour un besoin de 1

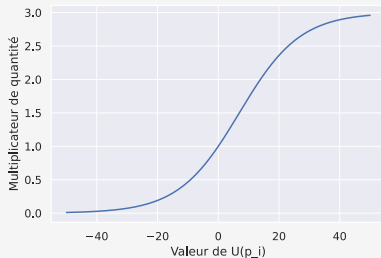
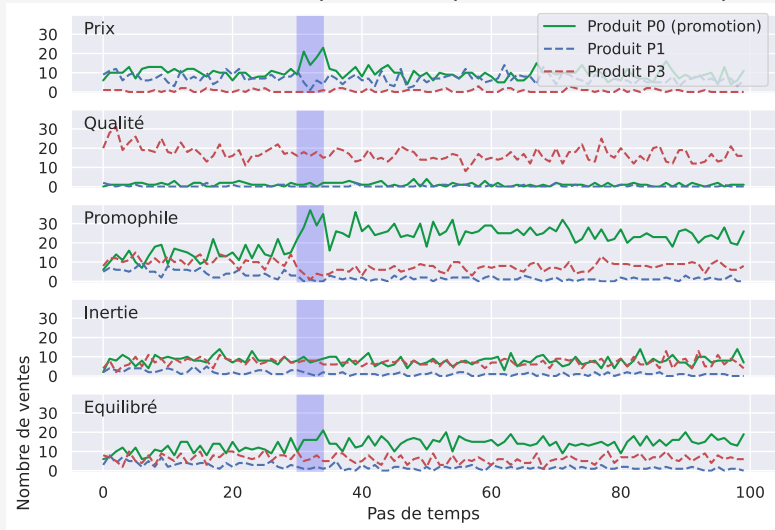


Figure: Valeur de S selon $U(P) - U(P_{ref})$

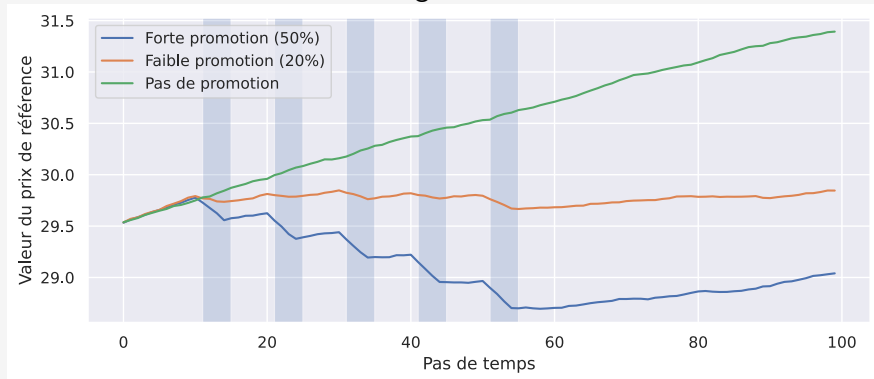
Expériences

Nombre de ventes sur 100 pas de temps selon les différents profils.



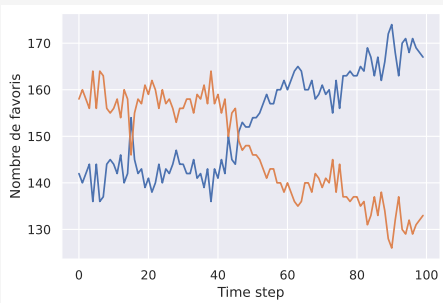
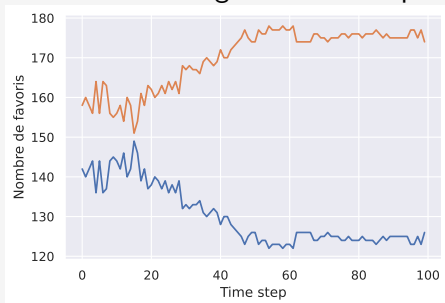
Expériences

L'impact de promotions répétées sur le prix de références moyen des agents.



Expériences

Fidélisation des agents sur deux produits en concurrence.



Conclusion

Notre modèle est capable de :

- Reproduire des phénomènes réels
- Mesurer les effets des promotions sur les clients

Notre modèle est validé grâce à l'observation de ces phénomènes émergents.

Perspectives

- En attente de collaboration avec une enseigne de grandes surfaces.
- Ajout du bouche-à-oreille.
- Modification de la connaissance des produits chez les agents.
- Modélisation de l'intérêt des agents pour un magasin.

Annexes

Probabilité d'achat

Sur une catégorie suivant la probabilité $B(C_i, t + 1)$, détermine l'achat d'un pack ou non.

$N(C_i, t, t - n)$ la quantité de packs achetés par l'agent lors des n dernières étapes.

$$\textit{sigmoid}(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (11)$$

$$B(C_i, t + 1) = \textit{sigmoid}\left(\frac{\lambda_{i,a}}{N(C_i, t, t - n)}\right) \quad (12)$$

Annexes

Choix de la quantité

Selon la fonction $Achat(P, t + 1)$.

La quantité achetée est fonction de l'écart du besoin $\lambda_{i,a}$ aux T derniers achats multiplié par la fonction de saturation.

$$Achat(P, t + 1) = \max(1, \lambda_{i,a} + N)S \quad (13)$$

$$N = \sum_{\tau=0}^T \frac{\lambda_{C_i} - N(C_i, t - \tau)}{T + 1} \quad (14)$$

$$S = Sat(U(P) - U(P_{ref, C_i})) \quad (15)$$

$$Sat(x) = \frac{C}{1 + e^{-\frac{x}{\alpha_{sat}} + \log(C-1)}} \quad (16)$$