

Chapitre 8

Surtourisme, sur-fréquentation et hyper-concentration des touristes : enseignements et perspectives pour la Corse

Sauveur Giannoni, Sandrine Noblet et Paul-Antoine Bisgambiglia

8.1 Introduction

L'industrie touristique a été fragilisée par la crise sanitaire liée à la pandémie de COVID-19, tant du point de vue régional¹, national², qu'international (Fotiadis et al., 2021). Elle a toutefois démontré par le passé sa capacité de résilience et d'adaptation face à des crises de toutes natures (sanitaire, financière, géopolitique, etc.) (Glaeser, 2004). Les plus récentes adaptations connues sont notamment liées aux nouveaux usages du numérique et aux nouvelles manières de consommer le tourisme (Pencarelli, 2020). Si la crise sanitaire a momentanément mis entre parenthèses les vifs débats politiques et sociaux relatifs aux problèmes de surtourisme, en lien par exemple avec l'explosion de plates-formes comme Airbnb (Giannoni et al., 2021), ces questions n'en demeurent pas moins cruciales pour parvenir à un développement du tourisme qui soit soutenable du point de vue social et environnemental. De nombreuses régions touristiques imposent des réglementations strictes pour limiter l'impact néfaste de la concentration de flux touristiques (Dodds et Butler, 2019).

Ce problème se retrouve en Corse où la population est partagée entre la volonté

DOI : <https://doi.org/10.58110/estate-s997>

1. « Le Covid n'a pas eu raison du tourisme en Corse », *Corse Net Infos*, 18/08/2021.
2. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6050073?sommaire=4625628>.

d'augmenter les flux touristiques afin de maximiser les revenus générés par le secteur et celle de limiter les conséquences néfastes sur l'environnement et la population résidente en instaurant des politiques de régulation. Le mécontentement d'une partie des résidents est palpable en Corse. Pour preuve, nous avons recensé une douzaine d'articles de la presse locale (journal quotidien Corse-Matin) abordant les problèmes d'excès de concentration liés au tourisme entre les mois de juin et septembre 2022.

Ce chapitre a vocation à contribuer à la compréhension de ces débats de trois façons : 1) en proposant une définition claire et une analyse économique simple et accessible de concepts souvent confondus dans la littérature tels que le *surtourisme*, la *sur-fréquentation* ou encore l'*hyper-concentration* ; 2) en présentant les différentes politiques disponibles afin de lutter contre ces différentes formes de concentration des touristes, et 3) en essayant d'en retirer des enseignements pour la région Corse.

La recherche de solutions pratiques à ces problèmes nécessite d'en identifier les causes. C'est pourquoi, dans une première section, nous proposons une relecture théorique des concepts de concentration touristique selon qu'ils aient pour cause un excès d'offre ou de demande. Cela permettra d'identifier non seulement les causes mais aussi les remèdes envisageables.

Dans une deuxième section, nous proposons une revue de littérature sur les politiques mises en place afin de réguler les flux touristiques. Nous y présenterons tout d'abord les outils de régulation mis en œuvre, puis les outils d'adaptation de l'offre touristique visant notamment à inciter aux transferts de flux touristiques entre différents sites d'une même région. Enfin, nous évoquerons les pistes envisageables en région Corse.

Dans la troisième section, avant de conclure et d'exposer les perspectives de ces travaux, nous proposons une présentation des systèmes multi-agents et de leurs applications au tourisme afin de démontrer le potentiel de cette approche en tant que laboratoire des politiques de régulation du tourisme pour la Corse.

8.2 Présentation théorique du problème

Cette section poursuit un double objectif. D'abord, elle cherche à proposer une définition claire de différents concepts (*surtourisme*, *sur-fréquentation*, *hyper-concentration*) souvent utilisés indifféremment dans le langage courant comme dans la littérature académique. Cela permettra notamment au lecteur de mieux appréhender les mécanismes économiques (simples) à l'origine de ces différents problèmes et de comprendre quels sont les outils dont la société dispose pour y remédier. Ensuite, elle s'attarde, du point de vue théorique, sur le problème de l'*hyper-concentration* des touristes dans certains espaces. Pour ce faire, nous présentons de façon graphique et discursive une modélisation économique de l'activité touristique qui repose sur un ensemble d'hypothèses communément utilisées dans la littérature académique³, notamment en économie de l'environnement (voir par exemple Bontems et Rotillon, 2013). Afin de fluidifier la lec-

3. Le modèle micro-économique formel est présenté en annexe à ce chapitre. La version étendue à deux micro-régions, plus complexe, peut être obtenue auprès des auteurs.

ture, l'encadré ci-dessous présente la définition de l'ensemble des notions économiques essentielles à la compréhension du raisonnement développé dans la suite de cette section.

Marché : lieu de rencontre réelle ou virtuelle de l'offre et de la demande.

Demande touristique : nombre de touristes qui souhaitent visiter la destination au prix du marché.

Offre touristique : nombre de touristes que les entreprises du secteur souhaitent accueillir au prix du marché.

Équilibre de marché : niveau de prix qui rend la demande égale à l'offre.

Surplus du touriste : différence entre le prix maximal que le touriste accepterait de payer pour visiter la destination et le prix qu'il paye effectivement.

Surplus du producteur : différence entre le prix minimal que le producteur de services touristiques accepterait de recevoir pour permettre au touriste de visiter la destination et le prix qu'il reçoit effectivement.

Utilité : niveau de satisfaction qu'un individu retire d'une action économique (en général la consommation d'un bien ou la perception d'un revenu). On parle de désutilité (ou de dommage) lorsque l'utilité associée à une activité est négative.

Profit : différence entre la recette et les coûts de production d'une entreprise.

Bien-être social : somme de l'utilité de l'ensemble des résidents et du profit de l'ensemble des entreprises.

Externalité (Effet externe) : effet de l'action d'un individu ou d'un groupe sur le bien-être d'un autre individu ou groupe sans que personne ne reçoive de compensation. Cet effet peut être positif ou négatif.

Encadré 8.1 – Définitions de termes économiques utiles.

8.2.1 Sur-fréquentation touristique et surtourisme à court-terme

L'activité touristique est longtemps restée un champ d'études que les économistes abordaient avec prudence, car elle présente des particularités qui rendent son analyse complexe. Parmi ces particularités, la nécessité pour le consommateur (« le touriste ») de quitter son lieu de résidence pour profiter d'une « expérience touristique » sur le territoire d'accueil pose un certain nombre de problèmes aux résidents de ce territoire.

En effet, ce flux de personnes qui vient temporairement s'ajouter à la population locale est à l'origine d'externalités négatives. Plus précisément, le tourisme génère d'une part des externalités liées à la nécessité de partager le territoire et ses ressources avec les touristes (congestion des infrastructures, des plages, inflation, etc.) et d'autre part

des externalités liées à l'activité des entreprises qui produisent des services touristiques (utilisation de l'espace public à des fins privées, risques liés à la spécialisation trop forte de l'économie locale dans le tourisme, besoins en ressources importants, etc.). Ce sont ces externalités qui nourrissent le débat public sur le surtourisme qui est dénoncé non seulement en Corse, mais dans de très nombreuses destinations à travers le monde (Coldwell, 2017 ; Hughes, 2018).

Pour comprendre les ressorts économiques de ce problème de *surtourisme*, nous proposons un modèle de l'activité touristique qui implique quatre types d'agents économiques ayant tous un objectif propre.

1. Les touristes : ce sont des non-résidents et ils cherchent à maximiser la satisfaction qu'ils retirent de leur séjour.
2. Les résidents : le tourisme leur apporte des revenus qui ont un effet positif sur leur bien-être, mais cause aussi des dommages qui affectent négativement leur bien-être. Leur objectif est d'obtenir le niveau d'utilité le plus fort possible.
3. Les entreprises touristiques : le tourisme est à la base de leur activité et leur objectif est de maximiser leur profit.
4. Le planificateur bienveillant : c'est un agent dont le rôle est de réguler le fonctionnement de l'activité économique. Il prend en compte à la fois l'intérêt de tous les résidents et celui de l'ensemble des entreprises et cherche à maximiser le bien-être total de la société.

Pour simplifier le raisonnement, mais sans perdre en généralité, nous étudions l'offre et la demande quotidiennes dans une destination touristique. La figure 8.1 présente les différents équilibres offre-demande possibles au sein de cette destination.

Tout d'abord, expliquons ce que représentent chacune des courbes de la figure 8.1. La courbe de demande du marché représente le nombre de touristes qui souhaitent passer la journée dans la région en fonction du niveau de prix d'un séjour d'une journée. Par ailleurs, quel que soit le niveau de prix du marché, si la destination est très attractive la demande est élevée. Inversement, un prix bas ne garantit pas une forte fréquentation dans une destination peu attractive.

La courbe d'offre du marché représente le nombre maximal de touristes que les entreprises du secteur acceptent de recevoir pour une journée en fonction du prix du marché. Pour un niveau de prix donné, si les entreprises recevaient plus de touristes, leur profit diminuerait car les coûts de production supplémentaires seraient supérieurs à la recette supplémentaire. À l'inverse, en recevant moins de touristes, elles perdraient une opportunité de profit.

La courbe de demande socialement souhaitée donne le nombre de touristes que les résidents sont prêts à accueillir chaque jour. Elle est le résultat du calcul des résidents qui cherchent à maximiser leur bien-être en comparant, d'une part, ce que leur rapporte le tourisme, des revenus touristiques supplémentaires, et ce qu'il leur coûte, des désagréments supplémentaires que nous appelons dommages causés par le tourisme. La courbe obtenue est une fonction décroissante du prix du séjour car les résidents anti-

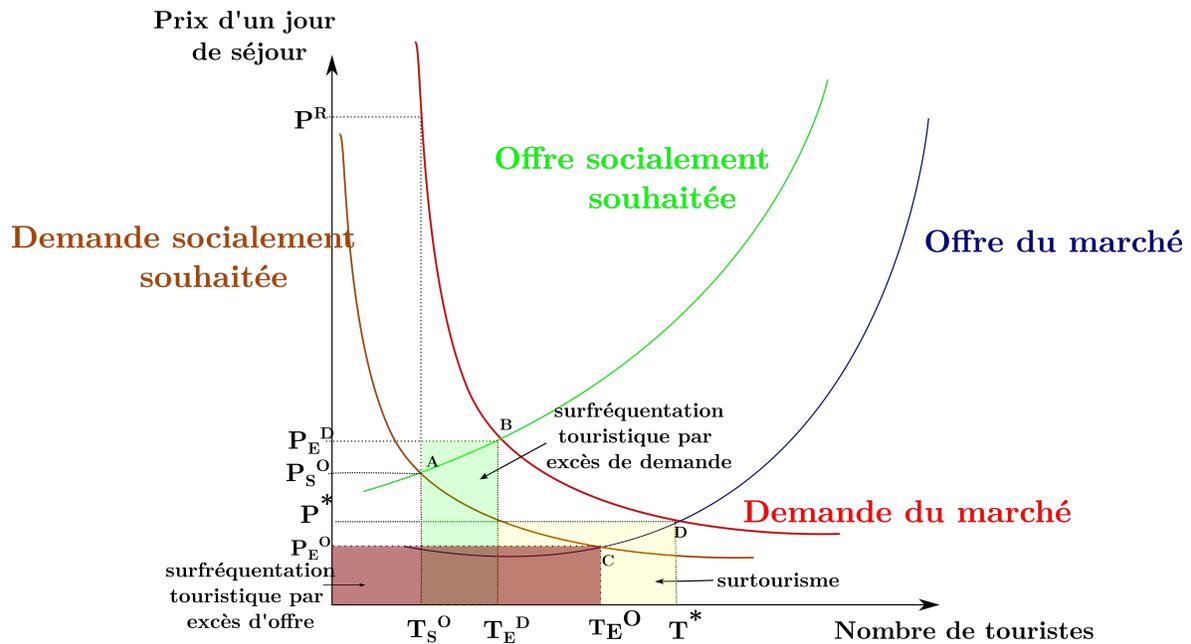


FIGURE 8.1 – Sur-fréquentation et surtourisme : les différents équilibres possibles.

cipent qu'une augmentation du prix de marché conduit à une baisse de la fréquentation et des revenus touristiques toutes choses égales par ailleurs.

Les externalités évoquées précédemment proviennent, d'une part, du fait que les touristes ne se préoccupent pas des dommages qu'ils causent aux résidents en décidant de visiter la destination et, d'autre part, du fait que les entreprises ne prennent pas en compte les coûts sociaux engendrés par le tourisme mais seulement leurs coûts de production privés. En conséquence, c'est le planificateur bienveillant qui va déterminer la courbe d'offre socialement souhaitée en maximisant le profit que la société retire du tourisme. Il se comporte comme le font les entreprises du tourisme, mais contrairement à elles, il prend en compte l'ensemble des coûts et des bénéfices associés au tourisme.

Cela permet d'analyser quatre situations distinctes d'équilibre dans la destination. Le point A correspond à la situation idéale du point de vue des résidents puisque l'offre et la demande socialement souhaitées s'y rencontrent. Dans cette situation, le nombre de touristes accueillis chaque jour est T_S^O et un séjour d'une journée coûte P_S^O . Le point B correspond à un équilibre dans lequel l'offre socialement souhaitée est égale à la demande de marché. Cette situation, dite de *sur-fréquentation par excès de demande*, est caractérisée par un nombre de visiteurs plus élevé que ce que souhaitent recevoir les résidents, mais les entreprises se comportent comme le souhaite le planificateur bienveillant en prenant en compte les dommages causés par l'activité touristique. On constate une *sur-fréquentation* quotidienne de $(T_E^D - T_S^O)$ touristes, mais qui payent $(P_E^D - P_S^O)$ € de plus pour un jour de séjour. Au point C , la demande touristique est bien celle qui est souhaitée par les résidents compte tenu du prix du marché, mais les entreprises accueillent davantage de touristes que ce qui est socialement souhaité par

le planificateur car elles ne prennent pas en compte les dommages causés aux résidents par l'activité touristique. On est dans une situation dite de *sur-fréquentation par excès d'offre*. La destination reçoit $(T_E^O - T_S^O)$ touristes de trop chaque jour, mais en plus le prix payé par le touriste est inférieur de $(P_E^O - P_S^O)€$ à ce qui est optimal du point de vue des résidents. Enfin, le point D indique l'équilibre spontané du marché qui combine la *sur-fréquentation par excès de demande* et la *sur-fréquentation par excès d'offre*. C'est cette situation particulière que nous définissons comme du *surtourisme*. Dans ce cas, la destination reçoit $(T^* - T_S^O)$ touristes de trop chaque jour qui payent $(P^* - P_S^O) €$ de moins que ce qui est espéré par les résidents.

Maintenant que ces différents états possibles de la destination sont définis, nous devons comprendre lequel est préférable pour la société, c'est-à-dire du point de vue du planificateur bienveillant, mais aussi pourquoi. Pour cela, nous allons nous appuyer sur la figure 8.2 qui présente la répartition du surplus entre les touristes et les entreprises du secteur touristique.

Étudions d'abord l'équilibre A qui est idéal du point de vue des résidents. Dans cette situation, les revenus issus du tourisme sont suffisants pour compenser les dommages causés, mais le surplus des producteurs touristiques (SP_S^O) est faible. Le planificateur bienveillant cherche à maximiser le bien-être social, il va donc s'intéresser aux trois autres équilibres afin de savoir si certains d'entre eux améliorent le bien-être global. On constate rapidement que l'équilibre C n'est pas efficace du point de vue de la société dans la mesure où le surplus du producteur (SP_E^O) est encore plus faible que dans la situation précédente. En réalité, l'excès d'offre n'a que des aspects négatifs du point de vue de la destination, car non seulement en recevant un nombre important de touristes, les résidents subissent des dommages importants, mais encore le surplus des producteurs de tourisme diminue. Les principaux bénéficiaires de cette situation sont les touristes dont le surplus (ST_E^O) augmente de façon significative. Cette situation est caractéristique d'une destination dans laquelle la demande des touristes est faible alors que les entreprises qui cherchent à en tirer profit sont très nombreuses.

En dehors de quelques situations très particulières⁴, l'équilibre spontané du marché D conduit également à une situation économiquement inefficace de *surtourisme* dans la mesure où le surplus des producteurs (ST^*) reste faible alors que le dommage subi par les résidents est très fort. Cette situation est typique de destinations touristiques de masse.

Reste maintenant à étudier le point B . Celui-ci a une particularité intéressante du point de vue du planificateur. En effet, il y a un problème de *sur-fréquentation* du point de vue des résidents, mais, dans ce cas, l'offre des entreprises est suffisamment limitée pour garantir un prix du séjour (P_E^D) élevé et un surplus des producteurs (ST_E^D) qui l'est tout autant. En réalité, du point de vue du régulateur, c'est cette situation qui est la plus efficace pour la société. Cela vient du fait que même si les résidents subissent un dommage conséquent, la limitation de l'offre permet d'extraire suffisamment de surplus pour améliorer la situation globale de la société. Les touristes sont les grands

4. Lorsque la destination est très attractive et les résidents très peu sensibles aux dommages.

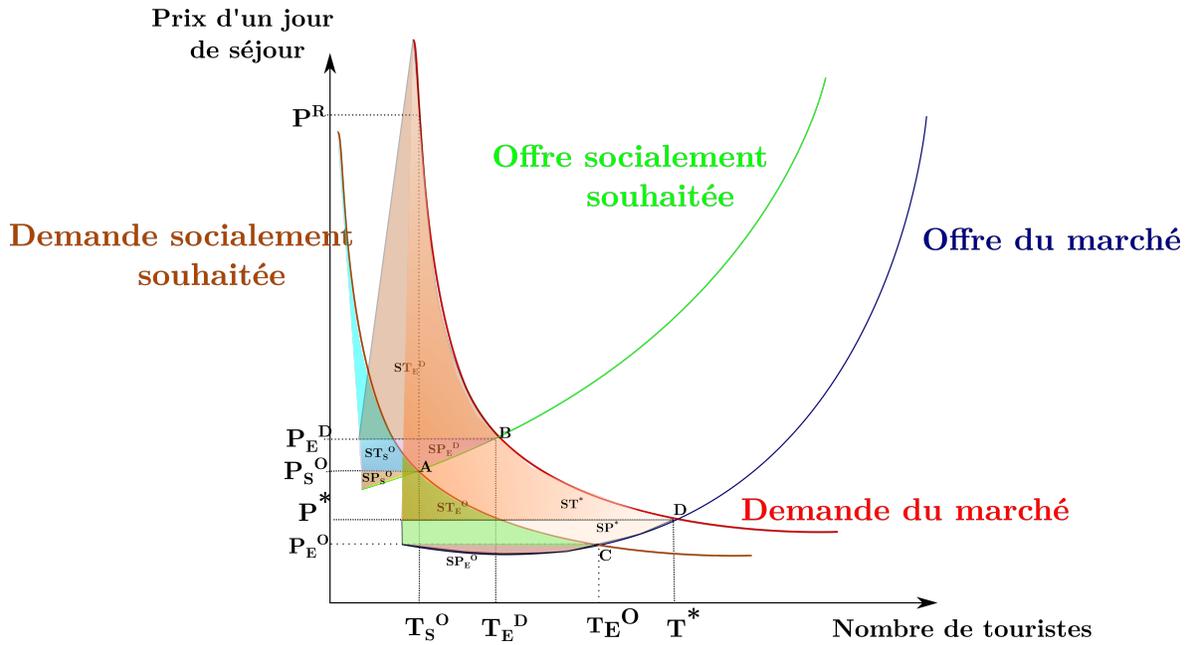


FIGURE 8.2 – Décomposition du surplus social dans les différents équilibres possibles.

perdants puisque leur surplus (ST_E^D) est bien plus faible que dans les autres cas. Les grands gagnants sont les entreprises du tourisme qui récupèrent une partie du surplus qui irait normalement aux touristes. En résumé, il faut toujours limiter l'excès d'offre de tourisme (Piga, 2003) et c'est, en général, une situation de sur-fréquentation liée à une importante demande qui est optimale du point de vue de la destination⁵. L'idée selon laquelle les touristes peuvent venir en nombre aussi longtemps qu'ils payent pour compenser le dommage causé a déjà été avancée par Clarke et Ng (1993).

Comment le régulateur peut-il faire en sorte que cette situation prévale ? Il a trois solutions globalement équivalentes. Il peut définir une taxe payée par les entreprises pour chaque touriste reçu, qui les incite à en accueillir moins, et qui sera égale au dommage généré par un touriste supplémentaire. Cette solution conduit les entreprises à se comporter comme le ferait le planificateur central. Le régulateur peut aussi définir une taxe payée par les touristes qui les forcera à payer un prix total P_E^D par jour de séjour. La demande sera alors limitée à T_E^D . Il peut enfin définir un quota de T_E^D visiteurs par jour et laisser la concurrence entre les touristes pour accéder à la destination, faire augmenter le prix jusqu'à P_E^D .

Un fois la régulation mise en œuvre, le régulateur n'aura plus qu'à récupérer les recettes fiscales générées pour les utiliser de façon efficace. En effet le profit des entreprises est dans ce cas suffisant pour compenser les dommages liés au tourisme, le régulateur

5. Il est nécessaire de préciser que si les dommages causés aux résidents sont si forts qu'on peut les considérer comme irréparables alors les équilibres A et B coïncident et la sur-fréquentation doit être éliminée par le régulateur. Il pourra imposer une taxe qui oblige les touristes à payer le prix P_R qui est très élevé et fait disparaître toute sur-fréquentation.

n'aura donc qu'à prélever un impôt permettant de financer des transferts aux résidents pour compenser les dommages subis. Mais il est aussi possible de montrer que le profit des entreprises une fois les dommages compensés reste supérieur à ce qu'il serait en l'absence de régulation. Le régulateur peut donc prélever un impôt total qui soit supérieur au montant des dommages, de sorte que les profits du tourisme peuvent être en partie redistribués aux résidents tout en laissant aux entreprises un profit plus important que celui qu'elles feraient en laissant faire le marché. Non seulement les désagréments causés aux résidents peuvent être compensés mais leur bien-être net peut augmenter en mettant en place des transferts de surplus entre le secteur touristique et les résidents. De plus, le régulateur peut décider de ne pas redistribuer une partie des recettes fiscales sous forme de transferts pour les utiliser à l'adaptation d'infrastructures publiques ou au financement d'une action de modernisation de l'offre touristique.

8.2.2 Sur-fréquentation et surtourisme à long-terme

Jusqu'à présent, nous avons implicitement supposé que les préférences des résidents étaient constantes. Cette hypothèse est tout à fait recevable à court-terme, mais elle ne l'est plus du tout à long-terme. Au fil du temps, les résidents voient leur situation économique et leur capacité à supporter les dommages évoluer.

La figure 8.3 décrit une destination dans laquelle l'excès d'offre a été éliminé par la régulation et qui conserve une *sur-fréquentation* ($T_E^D - T_S^O$) considérée comme économiquement efficace par le planificateur. Mais, au fil du temps, cette destination s'est enrichie et les résidents sont moins sensibles à l'effet positif des revenus touristiques sur leur bien-être. Ce changement se traduit par une rotation vers la gauche de la demande socialement souhaitée qui devient donc moins importante (P_S^O). Cela veut dire, qu'alors même que la demande n'a pas augmenté, les résidents ont le sentiment que la *sur-fréquentation* est plus forte et ils vont réclamer des mesures au régulateur. Dans ce cas, une taxation supplémentaire ne paraît pas être nécessairement la meilleure solution car le changement des préférences des résidents signifie qu'ils souhaitent cohabiter avec une clientèle non seulement moins nombreuse, mais aussi moins sensible au prix du séjour, une clientèle plus « riche ». Le régulateur peut donc utiliser les recettes fiscales issues de la régulation pour financer l'adaptation de la destination aux exigences d'une nouvelle clientèle. C'est ce qu'illustre la figure 8.4. L'adaptation de l'offre conduit à une baisse de la *sur-fréquentation* et même si dans certains cas le profit des entreprises peut diminuer comme dans le cas de la figure 8.4, cela est compensé par un gain de bien-être pour les résidents. Pour compléter la discussion précédente, il est important de noter que la contestation des résidents face à la *sur-fréquentation* touristique peut être alimentée par un autre phénomène, une augmentation de leur sensibilité aux dommages causés par le tourisme, la *tourismophobie*⁶, (Ballester, 2018) (figure 8.5). Ce cas est intéressant car, la réorientation de la destination vers une nouvelle clientèle n'est pas suffisante, l'évolution des préférences des résidents, qui veulent moins de touristes, fait

6. Démonstration plus ou moins violente de rejet des touristes par la population résidente.

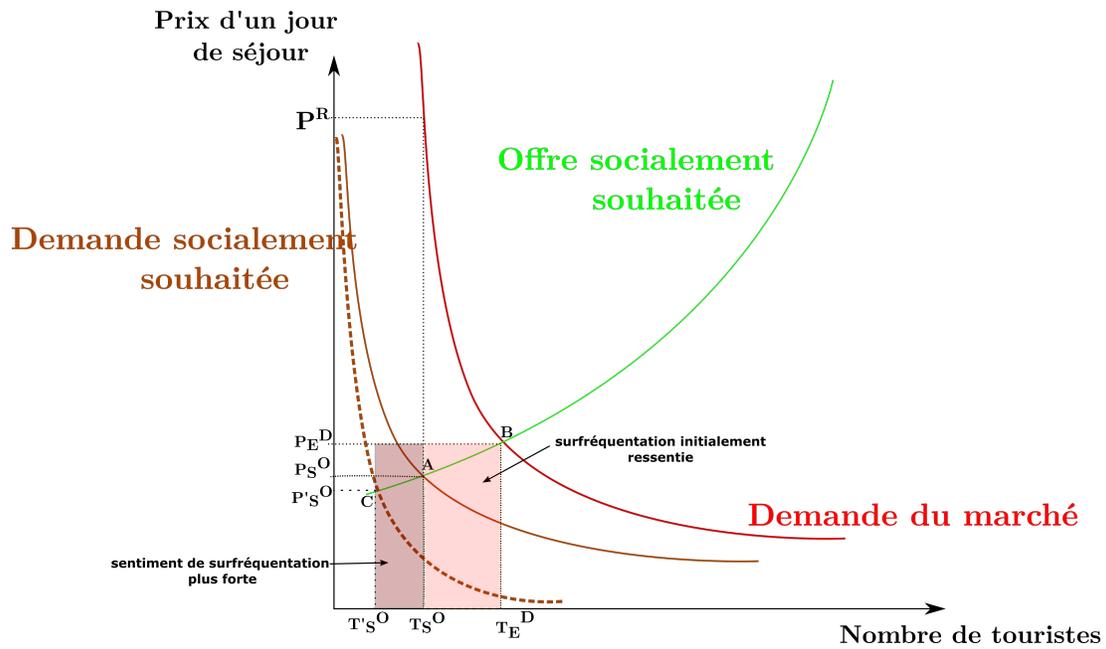


FIGURE 8.3 – Augmentation du ressenti de *sur-fréquentation* à la suite d’une évolution des préférences des résidents en termes de revenu touristique

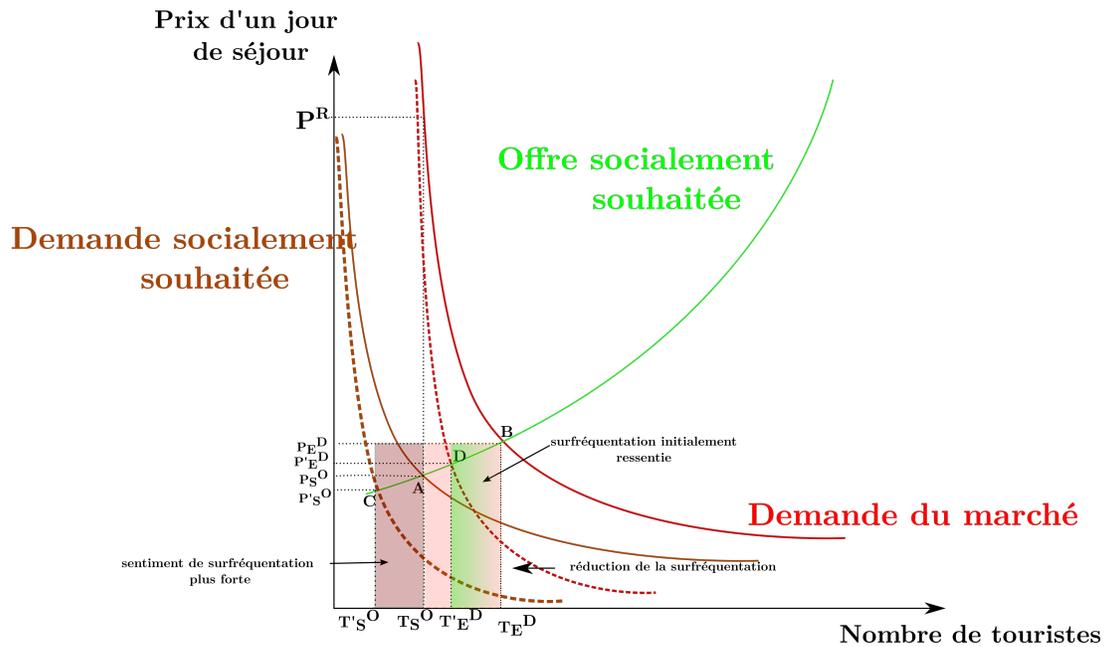


FIGURE 8.4 – La solution de la réorientation de l’offre.

réapparaître un excès d’offre et on passe de la *sur-fréquentation par excès de demande* au *surtourisme*.

De la même façon, si une baisse soudaine du coût de production du tourisme se

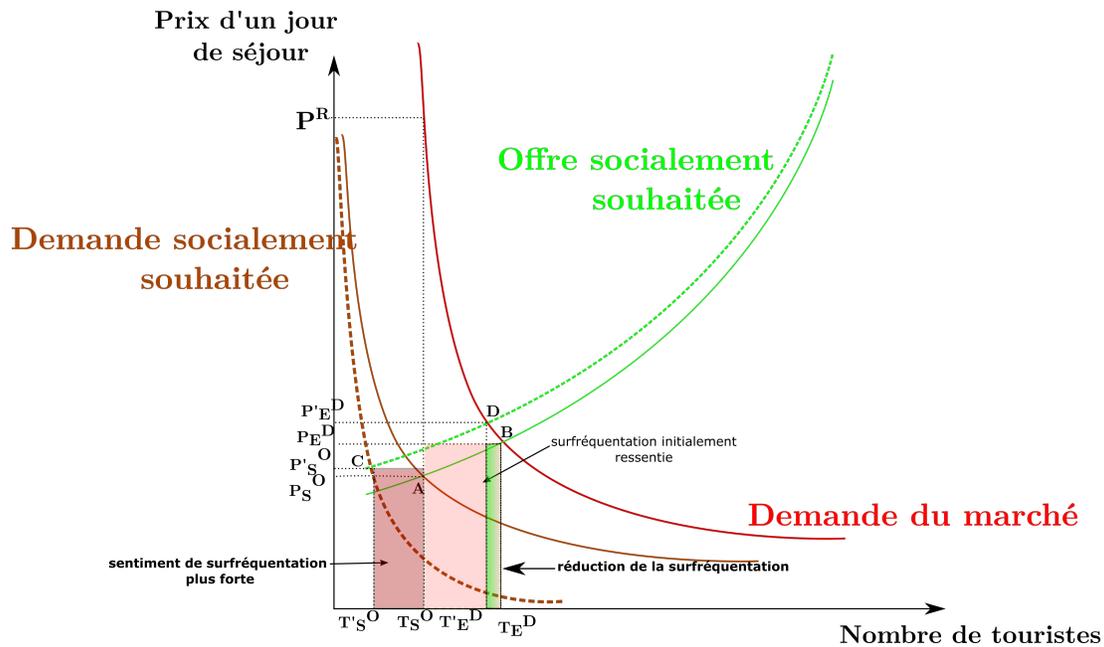


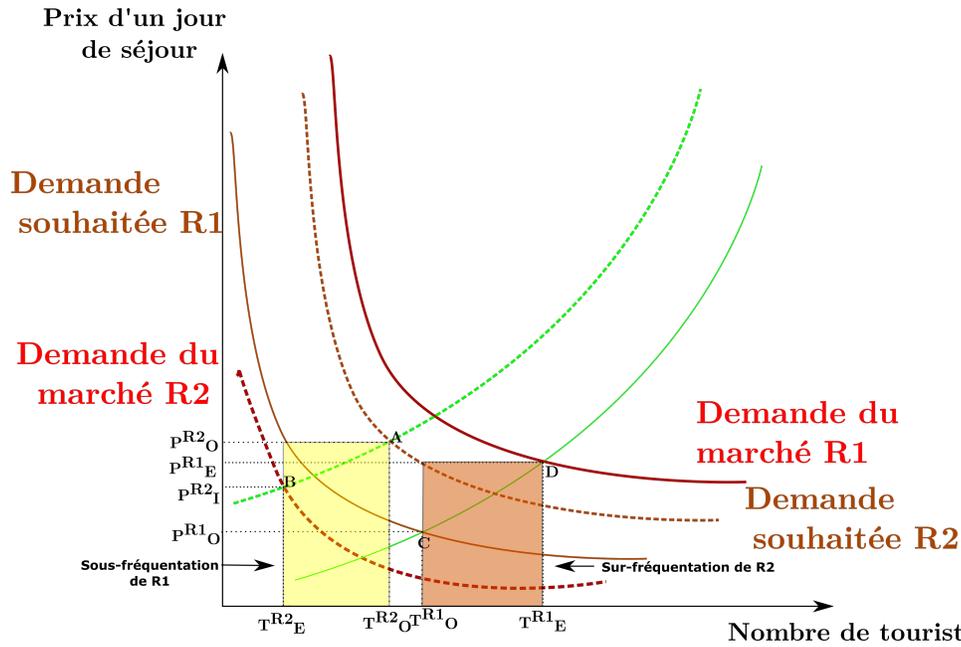
FIGURE 8.5 – Augmentation du ressenti de *sur-fréquentation* suite à augmentation de la sensibilité des résidents aux dommages du tourisme

produit, elle va inciter de nouvelles entreprises à se lancer sur le marché et fera basculer la destination dans le *surtourisme*. C'est ce qui se passe depuis l'apparition des plates-formes de location à court-terme comme Airbnb. N'importe qui peut devenir un « hôte » amateur pour presque rien et faire du profit. Dans le cas de la Corse, ce problème est particulièrement prégnant puisque comme l'ont montré Giannoni et al. (2021) une proportion très significative des hôtes présents sur Airbnb utilisent d'autres sites Internet pour améliorer la visibilité de leur offre et deviennent en somme des professionnels du tourisme. Ceci est d'autant plus vrai que d'après Brunstein et al. (2022) le nombre d'annonces uniques sur Airbnb et HomeAway s'établissait à plus de 28 000 en 2020. Les hôteliers peuvent donc légitimement s'inquiéter de cette concurrence à bas coûts. Les mêmes auteurs montrent que l'augmentation du nombre d'annonces Airbnb a un effet inflationniste significatif sur les prix de l'immobilier en Corse. Cela attise inmanquablement le rejet du tourisme par certains résidents.

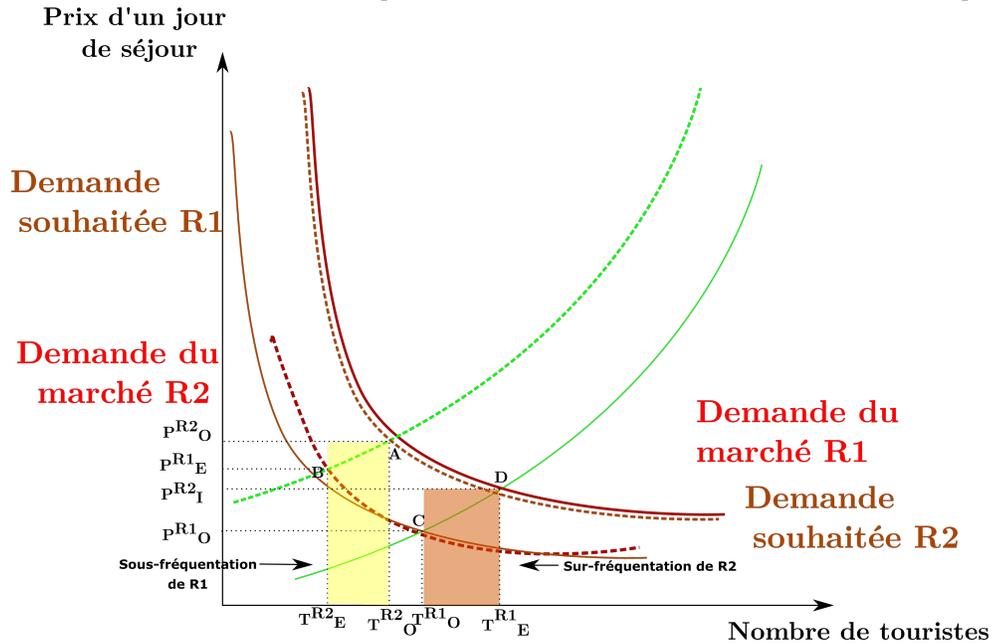
8.2.3 Le problème de l'hyper-concentration des flux touristiques

Un problème typique de certaines régions touristiques, notamment celles dans lesquelles coexistent des espaces ruraux peu attractifs et des littoraux très attractifs, est l'*hyper-concentration* des touristes dans les zones attractives. Ces régions sont alors dans une situation paradoxale puisque certains résidents subissent des dommages du fait de la présence d'un excès de touristes chez eux alors que leurs voisins souhaiteraient les accueillir plus nombreux. Cette situation est illustrée par la figure 8.6a qui montre une

microrégion R1 *sur-fréquentée* alors que la microrégion voisine R2 est *sous-fréquentée*.

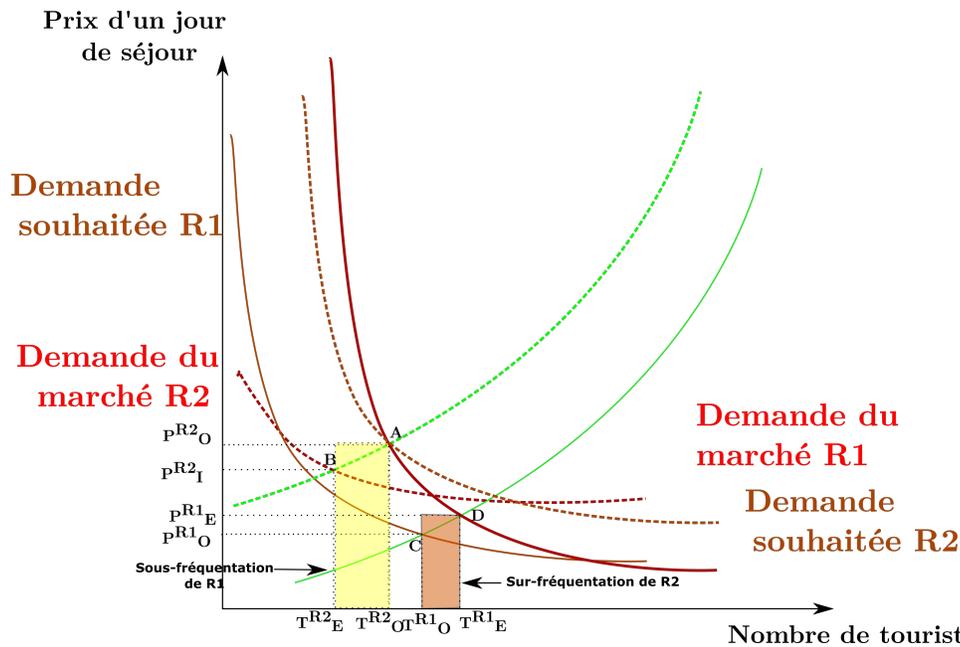


(a) Excès de demande dans la microrégion R1 et déficit de demande dans la microrégion R2



(b) Solution n°1 : Différentes stratégies de valorisation de R2 pour la rendre plus compétitive

Cette situation existe non seulement en raison du différentiel d'attractivité entre les microrégions, mais aussi en raison de la différence de préférences entre les résidents des deux microrégions. Les habitants des zones sous-fréquentées sont probablement plus pauvres et prêts à supporter des dommages en échange d'une amélioration de



(c) Solution n°2 : Diversification des clientèles et spécialisation des microrégions via des stratégies de différenciation

FIGURE 8.6 – L’hyper-concentration des touristes dans une microrégion et ses solutions théoriques.

leurs conditions matérielles. À l’inverse, les habitants des zones sur-fréquentées sont globalement plus riches et moins enclins à tolérer les dommages du tourisme.

On peut étendre le modèle de la section précédente à ce cas de figure. On aura alors simplement un planificateur bienveillant dont l’objectif sera de maximiser le bien-être social de l’ensemble des résidents et des entreprises des deux microrégions réunies. Au-delà des outils traditionnels de taxes et de quotas qui permettent toujours de réguler le tourisme, la situation d’*hyper-concentration* donne l’opportunité au régulateur d’utiliser de nouveaux outils.

En effet, dans ce cas, le régulateur a intérêt à mettre en œuvre des politiques permettant de transférer des touristes de la microrégion sur-fréquentée vers la microrégion sous-fréquentée. Plus précisément, si un seul touriste décide de visiter R2 plutôt que R1, il va augmenter le bien-être de tous les agents économiques en R2, améliorer de façon sensible le bien-être des résidents en R1 qui subissent moins de dommages et légèrement dégrader la situation des entreprises de R1. C’est ce que l’on appelle l’effet marginal du transfert d’un touriste de R1 vers R2 sur le bien-être social. La société a intérêt à transférer des touristes de R1 vers R2 jusqu’à ce que l’effet marginal d’un transfert sur le bien-être social soit nul. À ce moment-là, le bien-être social total de la région a augmenté et la sur-fréquentation a diminué en R1 alors que la sous-fréquentation a diminué en R2. C’est ce qu’illustrent les figures 8.6b et 8.6c.

Pour comprendre la logique des figures 8.6b et 8.6c, il faut simplement admettre

que les deux microrégions sont concurrentes l'une de l'autre et que lorsque l'attractivité de l'une des deux s'améliore l'autre devient relativement moins attractive. Dans un article théorique classique, Rugg (1973) met notamment en avant le rôle des attractions naturelles, patrimoniales, des prix et des coûts de déplacement dans cette compétitivité. La littérature empirique confirme l'importance des prix relatifs et de l'accessibilité dans la compétitivité des destinations mais elle met aussi l'accent sur le rôle des actions de communication et de marketing (Crouch, 1995 ; Lim, 1997).

Pour « transférer » les touristes entre les microrégions, il ne s'agit pas de les y forcer par une décision autoritaire. Il faut les y inciter en jouant sur les ressorts adaptés.

Une première catégorie d'actions (figure 8.6b) consiste à rendre la microrégion sous-fréquentée relativement plus attractive, par exemple en mettant en œuvre des taxations différenciées, en finançant de nouvelles attractions (musée, aquarium, etc.), de meilleures infrastructures (routes, système de traitement des eaux usées, etc.) ou en communiquant davantage sur la microrégion auprès des touristes. Comme on le voit sur la figure 8.6b, de telles actions ont pour effet de faire augmenter la demande en R2 alors que la sur-fréquentation en R1 diminue.

Une deuxième catégorie d'actions (figure 8.6c) consiste à adapter l'offre des différentes microrégions pour les différencier et qu'elles attirent chacune des types de clientèles différents. Comme l'illustre la figure 8.6c, la destination sous-fréquentée a intérêt à attirer une clientèle plus sensible au prix alors que la destination sur-fréquentée se focalisera davantage sur du tourisme de luxe.

Cette section a permis de décortiquer les mécanismes de la *sur-fréquentation* et du *surtourisme* ainsi que de présenter le principe des outils utilisables. Toutefois, il est évident que la réalité est bien plus complexe. D'abord, il est difficile d'obtenir des informations précises sur les coûts de production des entreprises de tourisme. Ensuite, même si les méthodes d'évaluation peuvent permettre de l'estimer, on ne connaît pas réellement la valeur monétaire que les résidents associent aux dommages causés par le tourisme. Enfin, les jeux d'acteurs compliquent largement la prise de décision et l'efficacité des politiques dans la réalité.

8.3 Politiques de lutte contre les différentes formes de sur-fréquentation

L'analyse théorique présentée dans la section précédente trouve un écho particulier dans la presse, que ce soit au niveau local ou national, et ce quel que soit le pays, même si nous nous attarderons davantage sur des cas européens. En effet, ces problèmes de congestion, liés à un excès de concentration, font l'objet de beaucoup d'attention de la part de la sphère politique tant les signes de mécontentement de la part de la population résidente sont importants. Notons d'ailleurs que si la variété des termes employés dans la littérature traduit indiscutablement l'ampleur des enjeux sociétaux qui y sont associés, elle reflète également un intérêt croissant de la part de différentes disciplines. Ceci peut sans doute expliquer que différents termes soient employés pour caractériser un

même phénomène abordé sous des angles différents. À ce titre, le terme *tourismophobie* suggère une connotation plus psychologique associée au point de vue des résidents que celui d’hyper-fréquentation, qui désigne davantage un effet de congestion subi par la population résidente.

L’importance de ces questions dans le débat public a incité bon nombre de destinations à agir à travers la mise en place de diverses politiques. Nous proposons d’en dresser un panorama non exhaustif, mais néanmoins représentatif des politiques envisageables et conforme à l’analyse théorique proposée plus haut. En effet, le rapport Peeters et al. (2018) en brosse un portrait plus détaillé à travers l’étude de 41 destinations présentant des problèmes de surtourisme. Leur analyse dénombre par exemple 18 effets du surtourisme classés en trois catégories d’impacts : les impacts environnementaux, économiques et sociaux et recense pas moins de 16 mesures politiques mises en place. Toutefois, lorsque l’on regarde les occurrences des impacts observés dans les différents cas où des mesures sont mises en place, on constate que cette diversité n’est qu’apparente. À titre d’exemple, les trois impacts qui apparaissent dans plus de la moitié des cas sont des problèmes d’externalités négatives. Lesquelles peuvent prendre la forme de congestion dans l’utilisation d’infrastructure ou dans la fréquentation de sites patrimoniaux ou encore de pollution générée par une fréquentation excessive.

Les activités touristiques ont suscité l’attention des décideurs publics depuis les années 1980-1990. Les motifs principaux étaient alors soit la préservation de l’environnement à travers par exemple la loi littorale, introduite en France dès 1986 (loi n°86-2 du 3 janvier 1986), ou les *Leyes de Costa* aux Baléares en 1988 (loi n°22/1988, du 28 juillet 1988), soit une volonté de redistribution des rentes et profits liés aux activités touristiques (Mak, 2006). Si on se focalise plus précisément sur la régulation des flux touristiques, nous présenterons par la suite les lois imposant un moratoire aux Baléares dans les années 1990 ou encore aux Canaries en 2000.

Aujourd’hui, les motifs restent inchangés et sont analysés à travers la question d’acceptabilité de la population résidente. Conformément à la relecture théorique proposée précédemment, nous scindons les problèmes d’excès de fréquentation en trois catégories : les cas de sur-fréquentation liés à un excès de demande qualifiés de *sur-fréquentation par excès de demande*, les cas de sur-fréquentation liés à un excès d’offre qualifiés de *sur-fréquentation par excès d’offre* et les cas de sur-fréquentation liés à la fois à un excès d’offre et de demande qualifiés de situation de *surtourisme*.

Les politiques présentées seront classées en deux catégories : (1) les outils de lutte contre le surtourisme et (2) les outils de lutte contre la surconcentration spatiale impliquant un excès de demande dans une destination et une sous-consommation dans une autre destination appartenant à la même région. Enfin, nous évoquerons la situation du tourisme en Corse en essayant de dégager des pistes d’action.

8.3.1 Outils de régulation et d’adaptation

Nous opérons une distinction entre les outils de régulation et les outils d’adaptation permettant de réguler les flux touristiques. Dans les deux cas, ces outils visent à agir

sur l'offre touristique de la destination.

Dans le premier cas, les outils proposés sont des outils traditionnellement utilisés pour faire en sorte que les professionnels du tourisme intègrent le coût social afin de réduire l'intensité des externalités. Dans notre cas, les externalités sont générées par la fréquentation touristique. Ces outils consistent donc à la mise en place d'une taxe permettant de faire coïncider la courbe d'offre de marché et la courbe d'offre socialement souhaitée. Le nouvel équilibre est caractérisé par une quantité plus faible de touristes et un prix plus élevé. Notons que ce même résultat peut être obtenu via la mise en place d'un quota, qui en limitant artificiellement la demande, produit les mêmes effets sur le nouvel équilibre de marché. Ce type de régulation induit une situation optimale du point de vue de la société. Concrètement, ces taxes ou quotas peuvent être mis en place au niveau d'une destination, c'est-à-dire à l'entrée d'un territoire, comme c'est le cas au Bouthan depuis 1991, en Nouvelle-Zélande depuis 2019 ou encore à Venise dès janvier 2023 ou bien au niveau d'une activité spécifique : entrée d'une attraction, accès à un site naturel, principalement des sites naturels comme l'île de Porquerolles ou les îles Lavezzi. Notons, qu'*a priori*, ces mesures sont plus efficaces lorsqu'elles sont mises en place au niveau d'une destination plutôt que d'un site particulier.

Les motifs des taxes peuvent être divers. Plzáková et Studnička (2021) différencient les taxes « générales », portant par exemple sur la consommation, la propriété ou encore sur l'utilisation des routes, et les taxes « spécifiques » à l'activité touristique, portant par exemple sur les visas, les taxes de séjour, etc. Plus spécifiquement, l'écotaxe introduite en mai 2002 aux Baléares a permis une baisse du nombre de touristes de 10% 8 mois après son introduction (Mak, 2006). Le choix entre les deux n'est pas neutre puisque dans le cas de la taxe spécifique, la taxe est en quelque sorte « exportée » aux non-résidents et peut modifier l'avantage concurrentiel entre différentes destinations (Mak, 2006).

À ces outils s'ajoutent les lois imposant des moratoires visant à limiter les flux touristiques ou bien la croissance de l'offre d'hébergement. Parmi les exemples les plus connus, il y a la loi imposant un moratoire sur les flux touristiques entrée en vigueur dans les années 1990 aux Baléares ou le moratoire entré en vigueur en 2000 aux îles Canaries dont l'objectif était de limiter la croissance de l'offre touristique dans l'archipel, même si sa mise en œuvre a été hétérogène d'une île à l'autre (Santana-Jiménez et Hernández, 2011). Concernant la régulation des hébergements touristiques, les hébergements propres à l'économie collaborative de type Airbnb passent souvent sous les radars. Ils concurrencent directement les hébergements professionnels et provoquent des tensions sur le marché immobilier au détriment de la population résidente. C'est d'ailleurs pour internaliser ces effets que Plzáková et Studnička (2021) proposent une taxation de ces hébergements.

Dans le second cas, la lutte contre la sur-concentration spatiale via une action sur l'offre, l'idée est de rediriger les flux touristiques d'une localité sur-fréquentée vers une autre sous-fréquentée⁷. Pour ce faire, on peut distinguer quatre grandes catégories

7. Cette redirection des flux touristiques constitue une mesure mise en place dans 34 % des cas

d'actions :

1. Des **investissements dans les infrastructures** quel que soit le motif, mise en place de taxes de séjour différenciées en fonction de la localité, action sur l'image de la destination ou encore diversification dans l'offre afin de diversifier la demande. Les investissements dans les infrastructures peuvent avoir plusieurs objectifs. Le plus évident concerne la rénovation des infrastructures devenues obsolètes, comme cela peut être le cas dans des destinations touristiques ayant atteint une certaine maturité (Costa del sol, Baléares, etc.). Ensuite, ces investissements peuvent être dirigés vers des infrastructures de transport collectif afin d'augmenter leur capacité initiale en haute saison. Plus généralement, ces investissements peuvent concourir à une diversification de l'offre touristique afin d'attirer des touristes sur de nouveaux segments de demande (Baléares, Canaries, etc.).
2. Dans le cadre de **taxes spécifiques à l'activité touristique** que nous avons évoqué précédemment, une région ayant deux destinations dont l'une est caractérisée par une sur-fréquentation et l'autre par une sous-fréquentation peut essayer de rediriger les flux de l'une à l'autre à travers des taxes de séjour différenciées. Toutefois, il ne faut pas que cette taxe soit trop importante afin qu'elle ne diminue pas trop la compétitivité de la destination dans son ensemble en prenant le risque de diminuer le nombre de touristes sur l'ensemble de la région, ce qui serait contre-productif.
3. Le rôle croissant des pouvoirs publics dans le tourisme est également visible à travers les **politiques de promotion d'une destination**. Ces politiques ont pour vocation d'agir sur l'image de marque d'une destination et sont particulièrement utiles lorsque, par exemple, une destination souhaite mettre en avant une labellisation patrimoniale, agricole ou environnementale.
4. Enfin, la **réorientation des flux touristiques** peut être opérée à travers deux stratégies : (1) une diversification de l'offre touristique dans la région sous-fréquentée ou (2) une recherche de diversification des clientèles touristiques de la région. La diversification de l'offre peut prendre différentes formes : mettre en place de nouvelles « attractions », valoriser de nouveaux sites naturels ou patrimoniaux, mettre en place des transports internes à la région plus efficaces afin de faciliter la mobilité.

La stratégie de diversification des profils des touristes consiste à attirer de nouveaux consommateurs qui ont des profils complémentaires de ceux des touristes déjà présents. Pour ce faire, la destination dans son ensemble doit veiller à différencier suffisamment ses sous-destinations et à mettre en place une stratégie de communication efficace afin que les touristes s'orientent vers la sous-destination la plus adaptée à leurs préférences.

étudiés dans le rapport Peeters et al. (2018).

Les politiques à mettre en place dépendent donc du type de problème rencontré. Si la caractérisation des problèmes de *sur-fréquentation*, *surtourisme* et *hyper-fréquentation* est relativement simple d'un point de vue théorique, sa caractérisation pratique est plus complexe à analyser. Les problèmes rencontrés en région Corse en sont représentatifs. Nous proposons une présentation critique des principales mesures déjà en vigueur ainsi que d'autres mesures envisageables.

8.3.2 Enseignements pour la région Corse

À travers les différents exemples présentés, nous avons souvent cité les mesures de territoires insulaires. Les Baléares et les Canaries ont en effet été des précurseurs dans la mise en place d'outils de régulation. Le caractère insulaire de ces territoires a certainement joué un rôle important pour expliquer que ces territoires ont été pionniers en Europe dans l'expérimentation de ce type de politique.

Les spécificités des régions insulaires sont les suivantes :

1. Elles sont davantage soumises aux pressions exercées par les activités touristiques⁸.
2. Elles sont plus dépendantes du secteur touristique.
3. La fréquentation extérieure est plus facile à réguler.
4. La concurrence entre les différentes zones d'une même destination est plus forte et l'offre donc potentiellement plus facile à diversifier.
5. Les enjeux en matière de transport y sont plus importants qu'ailleurs au niveau externe, mais également au niveau interne, car la géographie est généralement plus escarpée.

Le rapport Peeters et al. (2018) distingue les cas étudiés en fonction de leur caractère urbain, patrimonial, insulaire ou espace côtier et de leur caractère rural. Il met en évidence que les impacts du surtourisme varient en fonction de la typologie des zones. Parmi les impacts sur-représentés dans les régions côtières ou insulaires, nous pouvons voir les impacts environnementaux, les conséquences économiques néfastes à la population résidente comme la dégradation des infrastructures et activités qui bénéficient également aux résidents. Notons encore les conséquences sociales comme le sentiment de marginalisation ressenti par la population résidente se pensant dépossédée de son territoire en faveur des touristes. En réponse à ces impacts, les mesures privilégiées par les régions côtières et insulaires étudiées dans ce rapport sont les suivantes :

- augmentation de la capacité des destinations via une mise à niveau des infrastructures ;
- augmentation des prix via la mise en place de taxes ;
- lois spécifiques à l'activité touristique ;

8. À titre d'exemple, la densité touristique exprimée en nombre de visiteurs par km² et par jour est 7,5 fois plus importante pour les destinations côtières et insulaires que pour les zones rurales et près de 3 fois supérieure à celle des destinations patrimoniales.

- diminution de la saisonnalité ;
- mesures environnementales : écotaxe par exemple ;
- promotion d'un tourisme de qualité ;
- redistribution touristique entre différentes zones.

Bien que la Corse ne fasse pas partie des cas étudiés dans le rapport Peeters et al. (2018), elle y figure en tant que région comportant un fort risque de sur-fréquentation au regard de son intensité touristique (indicateur exprimé en nombre de nuitées par habitant), de la part du tourisme dans le PIB, et au regard de la part des hébergements Airbnb dans la capacité totale. Selon Giannoni et al. (2021), le nombre d'annonces sur les plates-formes Airbnb et HomeAway aurait augmenté de 41,5% entre 2017 et 2020. La multiplication de ce type d'hébergements pose problème car, comme nous l'avons évoqué précédemment, une partie d'entre eux échappe à une éventuelle taxation spécifique au tourisme et accentuent les fortes tensions sur le marché immobilier. Ces tensions ont évidemment un impact néfaste sur le bien-être des résidents. La taxation de ces hébergements fait d'ailleurs l'objet de vifs débats dans les grandes villes de Corse, Ajaccio et Bastia.

D'autres initiatives visant à réguler les flux touristiques sur certains sites sont entrées en vigueur en Corse au cours de la saison 2022. La régulation de la fréquentation des îles Lavezzi a été instaurée par un quota. Les activités de canyoning de la Richiusa font également l'objet d'une réglementation depuis 2015 à travers la mise en place d'un contrat entre la mairie et la société en charge de la gestion et de l'exploitation des activités du site. D'autres sites de montagne comme Bavella ou la Restonica proposent une régulation des flux à travers le stationnement.

Comme nous l'avons vu, les taxes peuvent porter sur une destination (paiement de la taxe à l'entrée de la destination) ou sur des activités ou sites spécifiques. Nous pensons toutefois qu'elles sont plus efficaces lorsqu'elles portent sur une destination pour plusieurs raisons. Tout d'abord, parce qu'elle est relativement plus facile à mettre en œuvre dans un contexte insulaire (peu de détournement possible). Ensuite, elle génère une recette fiscale pour la région toute entière qu'il convient de redistribuer aux acteurs subissant les dommages. Enfin, elle ne crée pas de compétition entre les différents sites de la destination. En effet, on peut imaginer que les touristes éviteraient les sites les plus taxés, rendant ainsi les recettes fiscales plus faibles. La taxation des sites ne peut donc convenir que si le dommage est hyper-localisé. Or, généralement, la sur-fréquentation touche plusieurs sites d'une même localité.

Cette section illustre la diversité des politiques disponibles, mais aussi la difficulté de leur mise en œuvre. Entre l'apparente facilité théorique à mettre en place des politiques adaptées et la réelle difficulté empirique à laquelle sont confrontés les décideurs, une différence majeure réside dans la qualité des informations dont on dispose pour décider. Pour que les politiques mises en œuvre soient pertinentes, il est nécessaire d'évaluer avec précision les différents paramètres évoqués précédemment : les coûts de production du secteur touristique, les préférences des résidents en matière de revenu touristique, leur tolérance au dommage causé et leur consentement à recevoir une compensation en échange de ce dommage, mais aussi le consentement à payer des touristes pour la

destination⁹ c'est-à-dire simplement la demande de marché.

Pour obtenir ces informations, notamment dans le cas de la Corse, il est nécessaire de réaliser des études adaptées auprès des entreprises (coûts de production), des touristes potentiels (consentement à payer pour visiter la destination) et des résidents (consentement à recevoir une compensation, tolérance aux dommages). Or ces études nécessitent du temps, des moyens et peuvent se heurter à une certaine résistance de la part des acteurs.

À défaut de disposer de ces informations et dans l'attente de parvenir à en collecter, nous proposons d'utiliser un laboratoire virtuel à base d'agents qui permettra d'envisager et de simuler différents scénarios de mesures à mettre en place et leurs conséquences sur notre territoire.

8.4 Modèle informatique à base d'agents : vers un laboratoire virtuel d'études des politiques touristiques pour la Corse

Afin d'exposer le potentiel des modèles informatiques à base d'agents pour simuler les politiques touristiques en Corse, cette section propose d'abord une présentation du paradigme agent, puis une analyse de ses applications au tourisme.

8.4.1 Généralités sur le paradigme agent

Après des années dominées par les approches basées sur des équations, qui ne décrivent le comportement du système étudié que d'un point de vue endogène, la modélisation et la simulation de systèmes complexes ont connu une profonde évolution. L'apparition des systèmes multi-agents (SMA) et des approches basées sur les agents, comme les *Agent-Based Modelling and Simulation (ABMS)* et les *Agent-Based Models (ABM)*, permettent de décrire les interactions et les comportements exogènes.

Les systèmes multi-agents (Ferber, 1995a ; Ferber, 1995b) (SMA) permettent de se concentrer sur la description de phénomènes complexes soit au travers des descriptions des interactions entre un agent et son environnement, soit au travers du comportement d'un agent ou encore d'un groupe d'agents.

Les agents sont basés sur les notions de coopération et d'autonomie. Ils ne disposent pas individuellement de toutes les connaissances requises leur permettant de résoudre les problèmes, ou n'ont pas les capacités nécessaires pour atteindre leurs objectifs face à une situation donnée.

Un agent agit en fonction de ses objectifs et des changements dans sa zone de perception. Si un événement se produit et que cela peut avoir une influence sur lui ou

9. Par exemple, plusieurs travaux ont montré que les préférences des touristes, notamment concernant leur tolérance à la sur-fréquentation ou la structure de consommation, dépendent fortement de leur nationalité (Tovar et Lockwood, 2008 ; Santana-Jiménez et Hernández, 2011).

sur ses actions, il modifiera son comportement en fonction (action/réaction).

Ferber (1995b) considère un agent comme « *une entité physique ou virtuelle* :

1. *qui est capable d'agir dans un environnement* ;
2. *qui peut communiquer avec d'autres agents* ;
3. *qui est mue par un ensemble de tendances (sous la forme d'objectifs individuels ou d'une fonction de satisfaction, voire de survie, qu'il cherche à optimiser)* ;
4. *qui possède des ressources propres* ;
5. *qui est capable de percevoir (mais de manière limitée) son environnement* ;
6. *qui ne dispose que d'une représentation partielle de cet environnement (et éventuellement aucune)* ;
7. *qui possède des compétences et offre des services* ;
8. *qui peut éventuellement se reproduire* ;
9. *dont le comportement tend à satisfaire ses objectifs, en tenant compte des ressources et des compétences dont elle dispose, et en fonction de sa perception, de ses représentations et des communications qu'elle reçoit.* »

Il accompagne cette définition générale de deux autres définitions plus spécialisées, destinées aux agents « purement communicants ou cognitifs » (école cognitive) et aux agents « purement situés ou réactifs » (école réactive).

Les agents évoluent dans un univers nommé *environnement* qui d'après, Russel et Norvig (2009) doit être :

- *totalelement observable* si les agents ont accès à l'ensemble de l'état de l'environnement ou *partiellement observable* si, au contraire, les agents n'ont qu'une vision restrictive de l'état de l'environnement ;
- *déterministe* si le changement d'état de l'environnement est uniquement déterminé par son état courant et les actions des agents ou *stochastique* dans le cas contraire ;
- *dynamique* si l'environnement peut évoluer de manière endogène ou *statique* s'il change d'état uniquement à travers les actions des agents ;
- *discret* s'il existe un nombre fini de perceptions ou d'actions possibles ou *continu* à l'inverse. À titre d'exemple, un environnement cellulaire est discret tandis qu'un espace euclidien est continu.

Encadré 8.2 – Caractérisation des termes agent et environnement.

Parunak et al. (1998) définissent la simulation de systèmes multi-agents comme la représentation directe des comportements, des actions et des interactions d'un ensemble d'entités autonomes (les agents) évoluant dans un environnement commun. Mi-

chel (2007a) nous indique que dans ce contexte, la dynamique globale d'un système, au niveau macroscopique, est considérée comme le fruit de la dynamique issue des interactions qui se déroulent au niveau microscopique.

Un peu comme les modèles cellulaires dans lesquels l'addition des actions d'un ensemble de cellules permet de visualiser un comportement émergent. Le tout étant plus que la somme des parties.

Parmi les nombreuses problématiques liées à cette approche, l'articulation entre ces deux niveaux de modélisation (micro *vs* macro) est donc fondamentale.

Toujours selon Michel (2007a), déduire la dynamique macroscopique d'un système en fonction de la dynamique du niveau microscopique soulève de nombreux problèmes, techniques et conceptuels, qui sont le plus souvent ignorés. Les modèles multi-agents s'arrêtent le plus souvent aux spécifications du niveau micro (le comportement des agents et l'environnement) et très peu d'éléments concernent la manière dont le niveau macro entre en jeu (David et al., 2002).

Il n'y a pas de formalisation clairement adoptée par la communauté, mais beaucoup de modèles ont déjà été proposés, dont certains comme *IRM4S* s'attaquent à l'articulation « micro-macro » :

1. Le modèle *AGR*, pour « Agent, Groupe, Rôle », est basé sur l'association de ses trois concepts clés. Un agent est une entité communicante qui joue un ou plusieurs rôles dans des groupes. Un groupe est un ensemble d'agents. Chaque agent peut appartenir à différents groupes et les groupes peuvent se chevaucher. Un rôle est une représentation abstraite de la fonction, du service ou tout simplement l'identifiant de l'agent dans un groupe. Il est détaillé dans Ferber et al. (2003), et complété dans Ferber et al. (2004) avec l'ajout de la notion d'environnement donnant *AGRE*.
2. Le modèle *IRM4S* est proposé par Michel (2007b). Il est basé sur des approches centrées « action » proposées par Ferber (1995a), puis affinées dans Ferber et Müller (1996) sous la dénomination de modèle « influence/réaction ». L'objectif est de faire une distinction explicite entre les niveaux de dynamiques de l'agent et du SMA, puis définir leurs articulations. Il est basé sur l'idée que le résultat de l'action d'un agent ne peut être déduit directement de sa prise de décision, ce qui permet de faciliter la représentation de la simultanéité des actions. Le modèle *IRM4S* repose ainsi sur la formalisation d'un mécanisme à deux phases : influence puis réaction. Il permet de modéliser explicitement le résultat, sur l'environnement, de la combinaison d'un ensemble de prises de décisions autonomes et potentiellement simultanées (Michel, 2007a).

Ces modèles sont pour certains intégrés dans une approche plus large d'aide à la conception du système multi-agents. Nous pouvons citer :

- La méthode *AALAADIN* proposée par Ferber et Gutknecht (1998) qui repose sur le modèle *AGR*. Elle est présentée comme un Meta-Modèle.
- La méthode *RIO*, pour « Rôles, Interactions et Organisations », qui propose un ensemble de concepts pour concevoir des systèmes multi-agents distribués à gros

- grains (Secq, 2003).
- La méthodologie *Gaia* présentée par Wooldridge et al. (2000) qui est basée sur l'idée qu'un SMA doit être considéré comme une organisation « computationnelle » reposant sur les interactions entre les différents rôles présents dans le système. Son but bien qu'identique à celui d'*AALAADIN* (c'est-à-dire capturer la structure organisationnelle du système) diffère au niveau de la structure qui, dans *Gaia*, est constituée d'un ensemble de rôles en relation, et qui interagissent selon des motifs d'interaction. Ainsi, *Gaia* propose l'identification de deux modèles : le modèle de rôle et le ou les modèle(s) interaction(s).
 - L'approche *Voyelles* décrite dans Demazeau (1995) et complétée dans Ricordel (2001) est un paradigme de décomposition des Systèmes Multi-Agents fondé initialement sur quatre éléments :
 - l'Agent (A) ;
 - l'Environnement (E) ;
 - l'Interaction (I) ;
 - l'Organisation (O) ;

Cette décomposition permet de moduler le Système Multi-Agents, donc de simplifier la construction du système et d'offrir une meilleure réutilisation du code. Plus récemment, afin de compléter l'approche, la notion d'*Utilisateur (U)* a été rajoutée. « *L'utilisateur est maintenant rentré dans la boucle de la conception des systèmes multi-agents, n'est-il pas temps que le concepteur soit mieux associé à la programmation, à la dynamique et à la maintenance des systèmes qu'il conçoit ?* » (Demazeau, 2018).

L'ensemble de ces caractéristiques, la maturité du paradigme, les exemples d'applications variés, nous laisse penser que l'approche à base d'agents est une solution idoine pour modéliser informatiquement notre problème et ainsi étudier différents scénarios de gestion. Dans la section suivante, nous proposons un tour d'horizon non exhaustif de la littérature qui associe approche agent, voire technologie, et problème de tourisme.

8.4.2 Approches à base d'agents dans le domaine du tourisme

Dans les Modèles à Base d'Agents (ABM : *Agent-Based Model*), chaque agent peut représenter des individus, tels que des touristes, ou des groupes d'individus, comme un organisme de gestion. À chaque agent est associé un ensemble de règles comportementales qui permettent de simuler les interactions entre agents, et entre agents et environnement ; cette connaissance est un préalable indispensable à ce type de modélisation. Il est aussi possible de modifier les caractéristiques des agents de manière stratégique et contrôlable afin de construire un ensemble de scénarios de simulation, d'étudier les changements qui en résultent et d'examiner le comportement émergent des agents. Ces expériences virtuelles de simulation permettent d'explorer de nombreuses possibilités et peuvent apporter un soutien d'aide à la décision en matière de mise en place de politique publique, de gestion ou de régulation. Plusieurs travaux préliminaires (Johnson et Sieber, 2011 ; Cecchini et Trunfio, 2007 ; Pizzitutti et al., 2014 ; Vinogradov et al., 2020 ;

Innocenti et al., 2020 ; Prunetti et al., 2021) proposent d'utiliser des ABM pour étudier l'impact du tourisme.

Dans Pizzitutti et al. (2014), les auteurs représentent le marché touristique des Galápagos à travers un modèle d'activité touristique basé sur les agents (ABM). Ce modèle est basé sur une représentation individuelle des préférences de consommation des touristes (activités touristiques) et des offres d'hébergement touristique. Les agents « touristes » sont créés à partir de caractéristiques moyennes des individus qui visitent l'archipel. Les offres d'hébergement (c'est-à-dire les hôtels et les croisières) sont générées conformément aux conditions réelles issues des données recueillies par des enquêtes de terrain. Le modèle comprend un agent de marché qui peut modifier les prix, créer et supprimer des offres d'hébergement en suivant un algorithme évolutionnaire. Les simulations montrent un lien entre les données du monde réel et les sorties du modèle. Ce modèle peut être utilisé comme un outil pour aider les institutions publiques à explorer les conséquences de leurs décisions. C'est un exemple très intéressant pour nous, mais qui met en exergue la nécessité de posséder de nombreuses informations sur les touristes, leurs attentes, etc.

Dans Vinogradov et al. (2020) un modèle à base d'agent est utilisé pour mettre en évidence le lien entre la réglementation du marché du logement et la croissance d'Airbnb, en se basant sur les annonces Airbnb en Norvège. Les résultats tendent à montrer que la croissance actuelle d'Airbnb ne s'arrêtera pas simplement lorsque l'offre correspondra à la demande, mais qu'elle sera suivie d'une phase d'instabilité du marché qui menacera à la fois l'industrie touristique locale et les marchés du logement locatif. Une taxation modérée peut contribuer à une distribution plus uniforme des annonces Airbnb en Norvège, notamment dans l'espace urbain et semble stabiliser le marché. L'usage d'un ABM permet de tester plusieurs scénarios et de répondre ainsi à la question : peut-on prédire la dynamique de croissance d'Airbnb avec ou sans interventions politiques ?

Ces travaux montrent à la fois la faisabilité d'une approche combinant modèle économique et simulation informatique à base d'agents, mais surtout la pertinence de l'approche pour la création d'outil d'aide à la décision ou à l'évaluation de politiques publiques. D'autres travaux de la littérature, plus large, peuvent également être inspirant afin de compléter nos jeux de données. Si nous prenons en compte le manque de données pour affiner nos modèles et nos scénarios de simulation, ou si l'objectif est d'avoir une vision de l'activité touristique quasiment en temps réel, les avancées de la technologie peuvent nous aider.

Dans Chen (2022), nous trouvons une définition du « tourisme intelligent » ou *smart tourism* : « Le tourisme intelligent est une nouvelle voie pour l'industrie du tourisme, elle utilise la technologie telle que l'Internet des objets (IoT), le cloud, les communications sans fil de dernière génération (4/5G), et surtout l'exploitation intelligente des données (Xiang et al., 2021), pour fournir ou améliorer l'offre de services touristiques en lien avec les entreprises du secteur, les organismes de gestion et les résidents. ». Dans cette définition, les aspects gestion ou gouvernance ne sont pas occultés, ils s'inspirent de Gretzel et Koo (2021). Dans cette proposition, la technologie n'est pas seulement utilisée au service des touristes, mais bien pour l'ensemble des acteurs d'un territoire.

Les propositions visent à accroître la publicité pour exploiter pleinement les ressources touristiques ; à renforcer la surveillance de l’environnement et à améliorer la réglementation ; à augmenter les infrastructures touristiques et à renforcer la construction des infrastructures publiques ; à améliorer la participation des résidents et à promouvoir un développement touristique durable, repenser le mode de gestion avec un organe de planification, de régulation, de coordination, et de supervision.

Dans Fauzi et al. (2022) des données de positionnement et un système d’information géographique (SIG) sont utilisés pour suivre la répartition des touristes et identifier les zones d’attractions. Les résultats pourraient être utilisés pour réguler les flux touristiques dans les zones à forte concentration. Nous retrouvons les mêmes préoccupations dans Chica et al. (2022), où le travail est beaucoup plus conséquent et où les flux touristiques sont modélisés à partir d’un modèle de jeu évolutionnaire qui explique comment le comportement des acteurs du système touristique détermine le surtourisme.

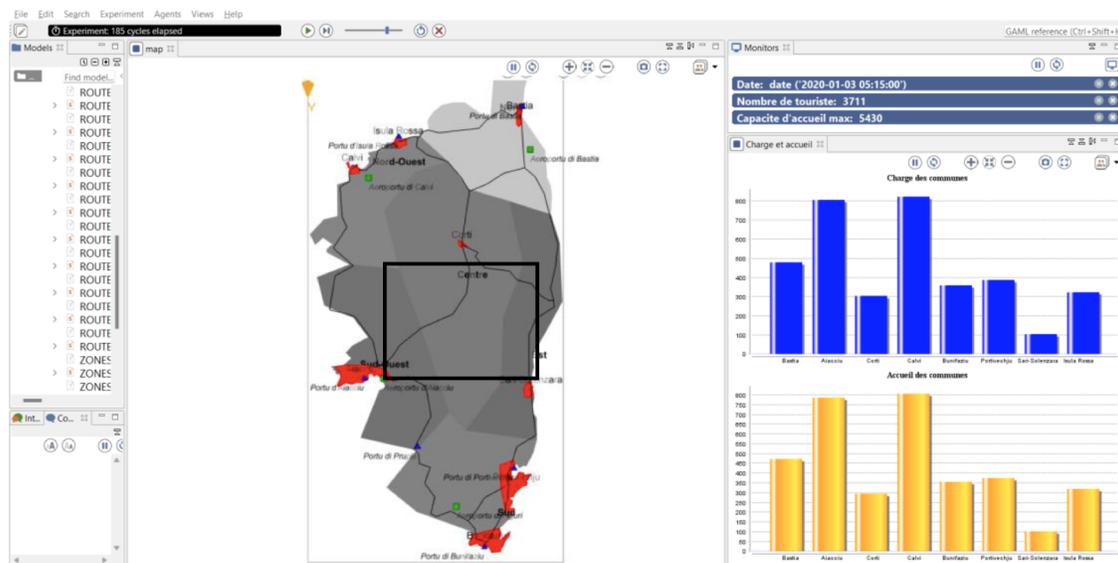


FIGURE 8.7 – Exemple d’expérience à partir de GAMA (Grignard et al., 2013).

Les travaux de la littérature sont une grande source d’inspiration pour proposer un modèle à base d’agents modélisant le système touristique de la Corse. Un premier modèle est en cours d’élaboration, c.f. figure 8.7. À partir de ce modèle, nous pourrions tester plusieurs scénarios de gestion, étudier les flux touristiques et valider les hypothèses du modèle théorique. Ce laboratoire virtuel pourra servir d’outil d’aide à la décision pour les gestionnaires locaux.

8.5 Conclusion

Ce chapitre a proposé une analyse scientifique et dépassionnée des questions socialement importantes du *surtourisme* et de la *sur-fréquentation*. Des définitions claires de concepts souvent confondus dans la littérature (*surtourisme*, *sur-fréquentation*, *hyper-concentration*) ont été proposées.

De plus, un modèle économique simple a permis de montrer que l'élimination de l'excès d'offre touristique doit toujours être une priorité de la société. De même, la mise en place de politiques de régulation efficaces de l'excès de demande est socialement nécessaire. Par ailleurs, la capacité à promouvoir et à adapter les offres de différentes microrégions apparaît comme une solution à l'hyper-concentration des touristes dans l'espace.

L'analyse des politiques mises en œuvre dans différentes destinations a permis de confirmer qu'elles sont conformes à ce que propose la théorie. Néanmoins, il est évident que de nombreuses difficultés existent en termes de calibrage et de capacité à faire accepter ces mesures par les populations locales et par les touristes.

Aujourd'hui, la Corse ne dispose pas de toutes les informations nécessaires à la définition de politiques de régulation adaptées. De plus, en la matière, l'expérimentation *in vivo* est quasiment impossible à mettre en œuvre. C'est pourquoi, nous proposons d'utiliser les modèles à base d'agents pour construire un laboratoire virtuel d'expérimentation des politiques de régulation du *surtourisme* en Corse. Ce travail préliminaire devra se poursuivre par la collecte de données nécessaires à la calibration du modèle à base d'agents et la définition des scénarios que nous souhaiterons tester.

Annexe : Présentation formelle du modèle économique

Cette annexe propose le détail des résultats mathématiques obtenus dans une version simple du modèle micro-économique développé dans ce chapitre.

8.A Hypothèses de base

Les résidents sont caractérisés par des préférences qui déterminent leur niveau de bien-être et qui dépendent du revenu que leur procure le tourisme, des dommages que celui-ci occasionne et des transferts dont ils bénéficient de la part du régulateur. La fonction de revenu touristique est donnée par :

$$R(p, T) = (pT)^\alpha p^{-\beta}$$

avec $0 < \alpha < 1$ et $\alpha < \beta < 2$.

L'hypothèse retenue ici consiste à considérer que l'utilité des résidents est affectée positivement par la présence des touristes car cela procure un revenu mais le revenu augmente de moins en moins fortement quand la fréquentation (T) augmente. De plus,

les résidents anticipent que toute augmentation du prix de marché (p) a deux effets opposés sur le revenu touristique, un effet positif car l'augmentation du prix fait que chaque touriste présent génère plus de revenu et un effet négatif car le nombre de touristes diminue quand le prix augmente. Nous considérons que l'effet négatif l'emporte toujours sur l'effet positif, ce qui revient à dire que la demande touristique est plutôt élastique par rapport au prix.

De plus, les résidents subissent un dommage d'autant plus important que le flux touristique est élevé, on le définit par :

$$D(T) = \frac{\sigma}{2}T^2$$

avec $\sigma > 0$ qui donne la sensibilité au dommage des résidents. On considère que les résidents associent à ce dommage une valeur monétaire. A partir des équations précédentes, on définit l'utilité quotidienne du résident représentatif par :

$$U = p^{(\alpha-\beta)}T^\alpha - \frac{\sigma}{2}T^2 + TR \quad (8.1)$$

avec TR la somme des transferts réalisés par le régulateur en faveur des résidents.

En maximisant leur utilité, les résidents déterminent la fonction de demande socialement souhaitée qui est donnée par :

$$T_S^D = \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2-\alpha}} p^{\frac{\alpha-\beta}{2-\alpha}} \quad (8.2)$$

Les entreprises touristiques pour leur part cherchent à maximiser le profit qu'elles obtiennent de leur activité. Ce profit est la différence entre la recette touristique (pT) et les coûts de production ($c(T)$). Les coûts de production sont donnés par $c(T) = \frac{\tau}{2}T^2$. La fonction de profit des entreprises de tourisme est donc donnée par :

$$\Pi_{\text{marché}} = pT - \frac{\tau}{2}T^2 \quad (8.3)$$

Ce profit est maximal lorsque la dérivée de la fonction de profit est égale à zéro. En résolvant cette équation, on obtient la fonction d'offre de marché des entreprises qui est donnée par l'équation suivante :

$$T_m^S = \frac{p}{\tau} \quad (8.4)$$

Le profit de marché ne tient pas compte de la présence d'un effet externe. Le planificateur central souhaite pour sa part que les firmes tiennent compte des dommages subis par les résidents et qu'elles soient toujours capables de les dédommager. Le profit socialement souhaité est donné par :

$$\Pi_{\text{socialement souhaité}} = pT - \frac{\tau + \sigma}{2}T^2 \quad (8.5)$$

En maximisant ce profit, le planificateur social obtient la fonction d'offre socialement souhaitée définie par l'équation suivante :

$$T_S^S = \frac{p}{\tau + \sigma} \quad (8.6)$$

8.B Équilibre optimal du point de vue des résidents

La situation optimale du point de vue des résidents est celle dans laquelle le niveau de demande qui maximise leur utilité est égal au niveau d'offre qui permet aux entreprises de les dédommager des nuisances subies. C'est à dire que c'est la situation dans laquelle les termes des équations (8.2) et (8.6) sont égaux, ce qui permet de déterminer le niveau de prix d'équilibre :

$$P_S^O = (\sigma + \tau)^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.7)$$

En substituant (8.7) dans l'équation (8.2), on obtient la fréquentation optimale du point de vue des résidents :

$$T_S^O = (\sigma + \tau)^{\frac{\alpha-\beta}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.8)$$

Et en substituant (8.7) et (8.8) dans (8.5), on obtient le profit des entreprises de tourisme une fois le dommage subi par les résidents compensé :

$$\Pi_S^O = \left(\frac{\sigma + \tau}{2}\right)^{\frac{2-\beta}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{2}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.9)$$

8.C Équilibre de marché

Afin de comparer facilement les différents équilibres, nous supposons, sans perte de généralité, que la demande de marché est proportionnelle à la demande souhaitée par les résidents, de sorte que :

$$T_m^D = AT_S^D$$

pour tout $A > 1$, la demande de marché est supérieure à la demande souhaitée par les résidents.

La demande de marché est donc par hypothèse donnée par :

$$T_m^D = A \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2-\alpha}} p^{\frac{\alpha-\beta}{2-\alpha}} \quad (8.10)$$

Le prix d'équilibre de marché est alors obtenu en résolvant (8.10)=(8.4), pour trouver :

$$P^* = \tau^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.11)$$

Et en substituant (8.11) dans (8.4), on obtient la fréquentation touristique correspondante :

$$T^* = \tau^{\frac{\alpha-\beta}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.12)$$

En remplaçant (8.11) et (8.12) dans (8.3), on obtient le profit de marché :

$$\Pi^* = \left(\frac{\tau}{2}\right)^{\frac{2-\beta}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2(2-\alpha)}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{2}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.13)$$

De plus, cette fois le dommage n'a pas été compensé par les entreprises avant de calculer leur profit. Or en remplaçant (8.12) dans la fonction de dommage $D(T)$, on obtient :

$$D(T^*) = \frac{\sigma}{2} \tau^{\frac{\alpha-\beta}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2(2-\alpha)}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{2}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.14)$$

On montre par quelques calculs simples que le profit est inférieur au dommage si $\sigma > \tau$. Si le dommage augmente plus vite que les coûts de production, le profit de marché des entreprises de tourisme est insuffisant pour compenser le dommage subi par les résidents. Par ailleurs, on montre aussi que le profit de marché est supérieur au profit optimal du point de vue des résidents pour certaines valeurs des paramètres et plus précisément lorsque :

$$\Pi_m > \Pi_S^O \Leftrightarrow A > \frac{\sigma + \tau}{\tau}$$

Ainsi, il est possible qu'avec un profit de marché supérieur au profit optimal du point de vue des résidents, les entreprises ne soient pas en mesure de payer une taxe qui compense le dommage des résidents. Au contraire, remarquons que si A est très fort et σ très faible, il est possible que cette situation soit préférable à la situation considérée comme optimale par les résidents.

8.D Équilibre de sur-fréquentation par excès d'offre

Dans le cas de l'excès d'offre pur, le prix d'équilibre est obtenu en égalisant les termes des équations (8.2) et (8.4), ce qui donne :

$$P_E^O = \tau^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.15)$$

La fréquentation d'excès d'offre pur s'obtient en substituant (8.15) dans (8.4) :

$$T_E^O = \tau^{\frac{\alpha-\beta}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.16)$$

En remplaçant (8.15) et (8.16) dans (8.3), on obtient le profit des entreprises dans le cas de l'excès d'offre pur :

$$\Pi_E^O = \left(\frac{\tau}{2}\right)^{\frac{2-\beta}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{2}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.17)$$

Le dommage n'a pas été payé par les entreprises avant de calculer leur profit. Or en remplaçant (8.16) dans la fonction de dommage $D(T)$, on obtient :

$$D(T_E^O) = \frac{\sigma}{2} \tau^{\frac{\alpha-\beta}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{2}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.18)$$

On remarque que $P_E^O < P_O^S$ et $T_E^O > T_O^S$ puisque $\sigma > 0$. De même $\Pi_E^O < \Pi_O^S$ puisque $\sigma > 0$ et, si $\sigma > \tau$, le profit n'est pas suffisant pour compenser le dommage des résidents. L'équilibre optimal du point de vue des résidents est donc toujours préférable à la situation d'excès d'offre.

8.E Équilibre de sur-fréquentation par excès de demande

Dans le cas de l'excès de demande pur, le prix d'équilibre est obtenu en égalisant les termes des équations (8.10) et (8.6), ce qui donne :

$$P_E^D = (\sigma + \tau)^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.19)$$

La fréquentation s'obtient en substituant (8.19) dans (8.6) :

$$T_E^D = (\sigma + \tau)^{\frac{\alpha-\beta}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.20)$$

En remplaçant (8.19) et (8.20) dans (8.5), on obtient le profit des entreprises dans le cas de l'excès de demande pur :

$$\Pi_E^D = (\sigma + \tau)^{\frac{2-\beta}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2(2-\alpha)}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{2}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.21)$$

On constate facilement que puisque $\sigma > 0$, on a à la fois $\Pi_E^D > \Pi_E^O$, $\Pi_E^D > \Pi^*$ et $\Pi_E^D > \Pi_O^S$. Donc le profit des firmes est plus élevé que dans toutes les autres configurations. De plus, ce profit est net des dommages subis par les résidents, il est donc évident que c'est la situation dans laquelle le surplus social, somme de l'utilité des résidents et du profit des entreprises, est le plus fort. C'est à dire la situation économiquement préférable.

8.F Régulation de la fréquentation par la taxation

Afin de réguler la fréquentation touristique, le régulateur dispose de plusieurs solutions. Nous montrons ici les différentes possibilités relatives à la taxation.

8.F.1 Régulation via une taxe payée par les entreprises

L'idée est de mettre en place une taxe sur la production. L'effet de cette taxe est d'inciter directement les entreprises à limiter le nombre de touristes qu'elles souhaitent recevoir pour éviter des coûts supplémentaires.

Si la destination est caractérisée par un excès d'offre pur, le régulateur souhaite la ramener vers la situation optimale du point de vue des résidents. Si elle est caractérisée par du surtourisme, il souhaite la ramener vers une situation de sur-fréquentation par excès de demande.

Lorsque la taxe est payée par les entreprises, il suffit, dans les deux cas, de déterminer la valeur de la taxe unitaire t qui permet de rendre l'offre de marché égale à l'offre socialement souhaitée. Cela revient à résoudre l'équation :

$$\frac{p-t}{\tau} = \frac{p}{\tau+\sigma}$$

Il s'ensuit que :

$$t = \frac{\sigma}{\sigma + \tau} p \quad (8.22)$$

Cette taxe est valable aussi bien pour réguler l'excès d'offre pur que la situation de surtourisme créée par le fonctionnement spontané du marché. Seule la recette générée dans les deux cas est différente afin de compenser exactement le dommage subi par les résidents.

8.F.2 Régulation via une taxe payée par les touristes

L'effet de cette taxe est d'inciter certains touristes à renoncer à leur séjour pour éviter le surtourisme et obtenir la situation souhaitée par le régulateur. Elle consiste à augmenter le prix payé par le touriste d'une taxe à la consommation.

Le montant de ces taxes dépend de la situation que l'on souhaite réguler.

Dans le cas de la sur-fréquentation par excès d'offre, la taxe suivante ramène la destination dans la situation optimale du point de vue des résidents en faisant en sorte que les touristes payent le prix P_S^O pour limiter la demande :

$$t_E^O = P_S^O - P_E^O = (\sigma + \tau)^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} - \tau^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.23)$$

Dans la situation de surtourisme, la taxe suivante ramène la destination dans la situation économiquement efficace de sur-fréquentation par excès de demande en faisant en sorte que les touristes payent P_E^D :

$$t^* = P_E^D - P^* = (\sigma + \tau)^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} - \tau^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.24)$$

Ce type de taxation implique que le régulateur récupère ensuite les recettes de la taxe qu'il peut utiliser en partie pour compenser le dommage subi par les résidents. Le reste des recettes peut être redistribué aux résidents et aux entreprises sous forme de transferts forfaitaires ou bien utilisé pour financer des biens publics, etc.

8.F.3 La taxe éliminant toute sur-fréquentation

Nous traitons pour terminer du cas particulier dans lequel le planificateur considère que toute sur-fréquentation génère des dommages irréparables. Dans ce cas, il souhaitera sacrifier une partie du potentiel d'attraction de la destination pour protéger les résidents et la destination elle-même des dommages potentiels. Pour ce faire, il faut procéder en deux temps, dans un premier temps, on détermine le prix P_R qui correspond à une demande de marché égale à T_S^O . Dans un second temps, on impose une taxe touristique qui est si forte qu'elle incite de nombreux touristes à renoncer à leur séjour et évite toute sur-fréquentation.

Le prix P_R qui correspond à une demande de marché égale à T_S^O est le prix de marché solution de l'équation suivante :

$$A \left(\frac{\alpha}{\sigma} \right)^{\frac{1}{2-\alpha}} p^{\frac{\alpha-\beta}{2-\alpha}} = (\sigma + \tau)^{\frac{\alpha-\beta}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma} \right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}}$$

Après quelques calculs, on montre que P_R est :

$$P_R = (\sigma + \tau)^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma} \right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2-\alpha}{\beta-\alpha}} \quad (8.25)$$

On montre facilement que P_R est toujours supérieur à P^* puisque $\sigma > 0$ et $\alpha < 1$. On peut donc définir une taxe sur la consommation touristique qui élimine toute surfréquentation si nécessaire.

$$t^R = P^R - P^* = (\sigma + \tau)^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma} \right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2-\alpha}{\beta-\alpha}} - \tau^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} A^{\frac{2-\alpha}{2+\beta-2\alpha}} \left(\frac{\alpha}{\sigma} \right)^{\frac{1}{2+\beta-2\alpha}} \quad (8.26)$$

Bibliographie

- Ballester, Patrice (2018). « Barcelona and mass tourism: tourismophobia and coexistence. » In : *Téoros, Revue de Recherche en Tourisme* 37(2).
- Bontems, Philippe et Gilles Rotillon (2013). *L'économie de l'environnement*. 4ème édition. 252. La Découverte. 128 p.
- Brunstein, Daniel, Georges Casamatta et Sauveur Giannoni (2022). « Hétérogénéité de l'impact du développement d'Airbnb sur le marché immobilier en Corse ». In : *ESTATE : Etude de la soutenabilité des recompositions territoriales de la Corse*. Chapitre 7.
- Cecchini, Arnaldo et Giuseppe A Trunfio (2007). « A Multiagent Model for Supporting Tourism Policy-Making by Market Simulations ». In : *International Conference on Computational Science*. Springer, p. 567-574.
- Chen, Guo (2022). « Tourism Management Strategies under the Intelligent Tourism IoT Service Platform ». In : *Computational Intelligence and Neuroscience 2022*.
- Chica, Manuel, Juan M Hernández et Matjaž Perc (2022). « Sustainability in tourism determined by an asymmetric game with mobility ». In : *Journal of Cleaner Production* 355, p. 131662.
- Clarke, Harry R et Yew-Kwang Ng (1993). « Tourism, economic welfare and efficient pricing ». In : *Annals of Tourism Research* 20(4), p. 613-632.
- Coldwell, Will (2017). « First Venice and Barcelona: now anti-tourism marches spread across Europe ». In : *The Guardian* 10, p. 2017.
- Crouch, Geoffrey I (1995). « A meta-analysis of tourism demand ». In : *Annals of tourism research* 22(1), p. 103-118.
- David, Nuno, Jaime Simão Sichman et Helder Coelho (2002). « Towards an emergence-driven software process for agent-based simulation ». In : *International Workshop on Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*. Springer, p. 89-104.
- Demazeau, Yves (1995). « From interactions to collective behaviour in agent-based systems ». In : *In: Proceedings of the 1st. European Conference on Cognitive Science. Saint-Malo*. Citeseer.
- Demazeau, Yves (2018). *Systèmes Multi-Agents: Référence, Etat de l'art, Perspective*.
- Dodds, Rachel et Richard Butler (2019). *Overtourism: Issues, realities and solutions*. T. 1. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

- Fauzi, Cholid, Syifaa Novianti et Chandra Budhi Septyandi (2022). « Combating Overtourism: The Use of Web-GIS in Visualizing Tourist Distribution and Travel Patterns ». In : *Journal of Tourism Sustainability* 2(2), p. 79-87.
- Ferber, Jacques (1995a). *Les systèmes multi-agents: vers une intelligence collective*. T. 322. InterEditions, Paris.
- Ferber, Jacques (1995b). *Multi-agent systems: an introduction to distributed artificial intelligence*. T. 1. Addison-Wesley Reading.
- Ferber, Jacques et Olivier Gutknecht (1998). « A meta-model for the analysis and design of organizations in multi-agent systems ». In : *Proceedings International Conference on Multi Agent Systems (Cat. No. 98EX160)*. IEEE, p. 128-135.
- Ferber, Jacques, Olivier Gutknecht et Fabien Michel (2003). « From agents to organizations: an organizational view of multi-agent systems ». In : *International workshop on agent-oriented software engineering*. Springer, p. 214-230.
- Ferber, Jacques, Fabien Michel et José Báez (2004). « AGRE: Integrating environments with organizations ». In : *International Workshop on Environments for Multi-Agent Systems*. Springer, p. 48-56.
- Ferber, Jacques et Jean-Pierre Müller (1996). « Influences and reaction: a model of situated multiagent systems ». In : *Proceedings of second international conference on multi-agent systems (ICMAS-96)*, p. 72-79.
- Fotiadis, Anestis, Stathis Polyzos et Tzung-Cheng TC Huan (2021). « The good, the bad and the ugly on COVID-19 tourism recovery ». In : *Annals of tourism research* 87, p. 103117.
- Giannoni, Sauveur, Daniel Brunstein, Florian Guéniot et Johan Jouve (2021). « Multichannel distribution strategy of Airbnb hosts ». In : *Annals of Tourism Research Empirical Insights* 2(1), p. 100017.
- Glaesser, Dirk (2004). *Crisis management in the tourism industry*. Routledge.
- Gretzel, Ulrike et Chulmo Koo (2021). « Smart tourism cities: a duality of place where technology supports the convergence of touristic and residential experiences ». In : *Asia Pacific Journal of Tourism Research* 26(4), p. 352-364.
- Grignard, Arnaud, Patrick Taillandier, Benoit Gaudou, Duc An Vo, Nghi Quang Huynh et Alexis Drogoul (2013). « GAMA 1.6: Advancing the art of complex agent-based modeling and simulation ». In : *International Conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems*. Springer, p. 117-131.
- Hughes, Neil (2018). « 'Tourists go home': anti-tourism industry protest in Barcelona ». In : *Social movement studies* 17(4), p. 471-477.
- Innocenti, Eric, Claudio Detotto, Corinne Idda, Dawn C. Parker et Dominique Prunetti (2020). « An iterative process to construct an interdisciplinary ABM using MR POTATOHEAD: An application to Housing Market Models in touristic areas ». In : *Ecological Complexity* 44, p. 100882. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2020.100882>.
- Johnson, Peter A et Renee E Sieber (2011). « An agent-based approach to providing tourism planning support ». In : *Environment and Planning B: Planning and Design* 38(3), p. 486-504.

- Lim, Christine (1997). « An econometric classification and review of international tourism demand models ». In : *Tourism economics* 3(1), p. 69-81.
- Mak, James (2006). « Chapter 11: Taxation of Travel and Tourism ». In : *International Handbook on the Economics of Tourism*. Edward Elgar Publishing : Cheltenham, UK. DOI : 10.4337/9781847201638.00021. URL : <https://www.elgaronline.com/view/9781843761044.00021.xml>.
- Michel, Fabien (2007a). « Le modèle IRM4S. De l'utilisation des notions d'influence et de réaction pour la simulation de systèmes multi-agents. » In : *Revue d'intelligence artificielle* 21(5-6), p. 757-779.
- Michel, Fabien (2007b). « The IRM4S model: the influence/reaction principle for multiagent based simulation ». In : *Proceedings of the 6th international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*, p. 1-3.
- Parunak, H Van Dyke, Robert Savit et Rick L Riolo (1998). « Agent-based modeling vs. equation-based modeling: A case study and users' guide ». In : *International Workshop on Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*. Springer, p. 10-25.
- Peeters, Paul, Stefan Gössling, Jeroen Klijs, Claudio Milano, Marina Novelli, C Dijkmans, Eke Eijelaar, Stefan Hartman, Jasper Heslinga, Rami Isaac et al. (2018). *Overtourism: Impact and possible policy responses*. Research for TRAN Committee. European Parliament, Policy Department for Structural et Cohesion Policies, Brussels.
- Pencarelli, Tonino (2020). « The digital revolution in the travel and tourism industry ». In : *Information Technology & Tourism* 22(3), p. 455-476.
- Piga, Claudio AG (2003). « Pigouvian taxation in tourism ». In : *Environmental and Resource Economics* 26(3), p. 343-359.
- Pizzitutti, Francesco, Carlos F Mena et Stephen J Walsh (2014). « Modelling tourism in the Galapagos Islands: An agent-based model approach ». In : *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 17(1), p. 14.
- Plzáková, Lucie et Petr Studnička (2021). « Local Taxation of Tourism in the Context of the Collaborative Economy-Case Study from the Czech Republic ». In : *Lex Localis* 19(1), p. 65-89.
- Prunetti, Dominique, Claudio Dettoto, Corinne Idda, Eric Innocenti, Yuheng Ling et Charles-Mathieu Vinciguerra (2021). « ABM/LUCC of a complex economic system of land and home markets facing an intense residential development ». In : *2021 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*. IEEE, p. 1-8.
- Ricordel, Pierre-Michel (2001). « Programmation orientée multi-agents: développement et déploiement de systèmes multi-agents voyelles ». Thèse de doct. Grenoble INPG.
- Rugg, Donald (1973). « The choice of journey destination: a theoretical and empirical analysis ». In : *The review of economics and statistics*, p. 64-72.
- Russel, Stuart J et Peter Norvig (2009). *Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd edition)*. Prentice Hall.
- Santana-Jiménez, Yolanda et Juan M. Hernández (2011). « Estimating the effect of overcrowding on tourist attraction: The case of Canary Islands ». In : *Tourism*

- Management* 32(2), p. 415-425. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.03.013>.
URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261517710000609>.
- Secq, Yann (2003). « RIO : Rôles, Interactions et Organisations ». Thèse de doct. Université des Sciences et Technologies de Lille.
- Tovar, Cesar et Michael Lockwood (2008). « Social impacts of tourism: An Australian regional case study ». In : *International journal of tourism research* 10(4), p. 365-378.
- Vinogradov, Evgueni, Birgit Leick et Bjørnar Karlsen Kivedal (2020). « An agent-based modelling approach to housing market regulations and Airbnb-induced tourism ». In : *Tourism Management* 77, p. 104004.
- Wooldridge, Michael, Nicholas R Jennings et David Kinny (2000). « The Gaia methodology for agent-oriented analysis and design ». In : *Autonomous Agents and multi-agent systems* 3(3), p. 285-312.
- Xiang, Zheng, Daniel R Fesenmaier et Hannes Werthner (2021). « Knowledge creation in information technology and tourism: A critical reflection and an outlook for the future ». In : *Journal of Travel Research* 60(6), p. 1371-1376.