

Sensibilité des sites touristiques

Une approche fondée sur la logique floue

Denis Serra et Bernard Fustier

Volume 20, numéro 3, automne 2001

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1071631ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1071631ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Université du Québec à Montréal

ISSN

0712-8657 (imprimé)

1923-2705 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Serra, D. & Fustier, B. (2001). Sensibilité des sites touristiques : une approche fondée sur la logique floue. *Téoros*, 20(3), 45–53.
<https://doi.org/10.7202/1071631ar>

Sensibilité des sites touristiques

Une approche fondée sur la logique floue

Denis Serra et
Bernard Fustier

This article aims to establish a criterion that will serve as the basis for the division of a territory according to its various "sensitivities". First, a definition of the meaning of "sensitivity" which, in turn will determine a process so as to arrive at a final evaluation of the different zones. Because the notion of "sensitivity" is polysemic, the evaluation of experts will require connectors based on an indulgent logic. The results of the analysis will give an important indication as to which tourist and economic pattern is to be followed in each case. The map presented concerns the French insular region of Corsica.

Le but de cette étude est de construire un critère permettant de découper un territoire en fonction du degré de sensibilité de ses différentes zones. Il convient tout d'abord de définir ce que nous entendons par « sensibilité » d'un site touristique, pour ensuite déterminer une procédure d'agrégation permettant d'aboutir à une évaluation finale (des zones traitées) sur le critère. La notion de sensibilité renvoyant à des attributs assez imprécis, les évaluations fournies par des experts sont traitées par des connecteurs de logique floue. Enfin, les résultats issus de l'analyse donnent une indication précieuse quant à l'orientation touristique et économique qu'il convient de donner aux espaces concernés. La carte de sensibilité obtenue concerne une région insulaire française : la Corse.

Introduction

Il peut paraître paradoxal de constater que des régions à fort potentiel touristique (en raison, notamment, de caractéristiques naturelles exceptionnelles) souffrent d'un « mal développement durable ». La très faible diversification de l'offre touristique est l'argument le plus souvent avancé pour expliquer ce paradoxe (Serra, 2000b). L'argument trouve d'ailleurs une justification théorique solide dans les travaux de la nouvelle géographie économique. Mais l'écart qui sépare la vision théorique d'un développement régional conditionné par une stratégie de diversification des produits, d'une part, et la mise en œuvre de cette dernière dans la région, d'autre part, reste encore grand. La théorie ne dit rien sur la manière d'organiser les éléments de la stratégie à l'intérieur de la région. Or,

il est clair que la démarche doit respecter et mettre en valeur l'identité et la personnalité des lieux qui composent la région, d'où l'intérêt de disposer d'une carte décrivant le caractère « plus ou moins sensible » de la région en ses diverses parties.

Le problème d'évaluation et d'identification des espaces touristiques infra-régionaux peut se poser en termes généraux¹. Pour cibler notre propos, nous faisons cependant référence à cette notion de « sensibilité » qui a donné lieu à une application concrète dans le cas de la Corse (Serra, 2000a). L'objectif consiste à évaluer le degré de sensibilité de chacune des trente-cinq zones rurales de cette région insulaire à partir de jugements émis par un groupe de spécialistes. La notion de « sensibilité » étant une notion vague, fondée sur une liste d'attributs plus ou moins bien définis dans l'univers du discours, nous proposons d'agréger les avis des spécialistes formulés dans l'intervalle [0, 1] en utilisant les connecteurs de logique floue appropriés. Si la logique floue offre une gamme très étendue de connecteurs, la principale difficulté est de trouver ceux qui sont adaptés à la nature ordinale de l'information à traiter.

Présentation générale du problème d'évaluation

Cadre de référence

L'étude ayant été réalisée en Corse, nous avons choisi d'évaluer la sensibilité des zones présentant un potentiel touristique dans le cadre de cette région insulaire française. Il apparaît en premier lieu

important d'évaluer (sur un territoire donné) des espaces de la plus petite dimension possible, puisque certaines caractéristiques peuvent varier rapidement d'une parcelle de terrain à une autre. En outre, il aurait été malvenu d'imposer aux évaluateurs de se prononcer sur une multitude de parcelles.

L'INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques), considérant que les réalités économiques et démographiques de la Corse ne sauraient être contenues dans une seule image globale, dresse le portrait de dix-neuf micro-régions. Les critères retenus sont, avant tout, d'ordre économique. Les limites administratives (canton, commune) n'y sont pas prises en compte *a priori* et seules sont retenues celles qui reflètent la réalité économique actuelle ; la limite départementale est généralement conservée.

Ce premier découpage en dix-neuf zones nous paraissant cependant insuffisant, en tout cas peu intéressant dans le cadre de la présente étude, nous avons opté pour un second découpage « sous-microrégional » en trente-cinq zones effectué par l'INSEE (selon les mêmes critères). La complexité du travail des évaluateurs est ainsi accrue, mais les résultats n'en sont que plus pertinents.

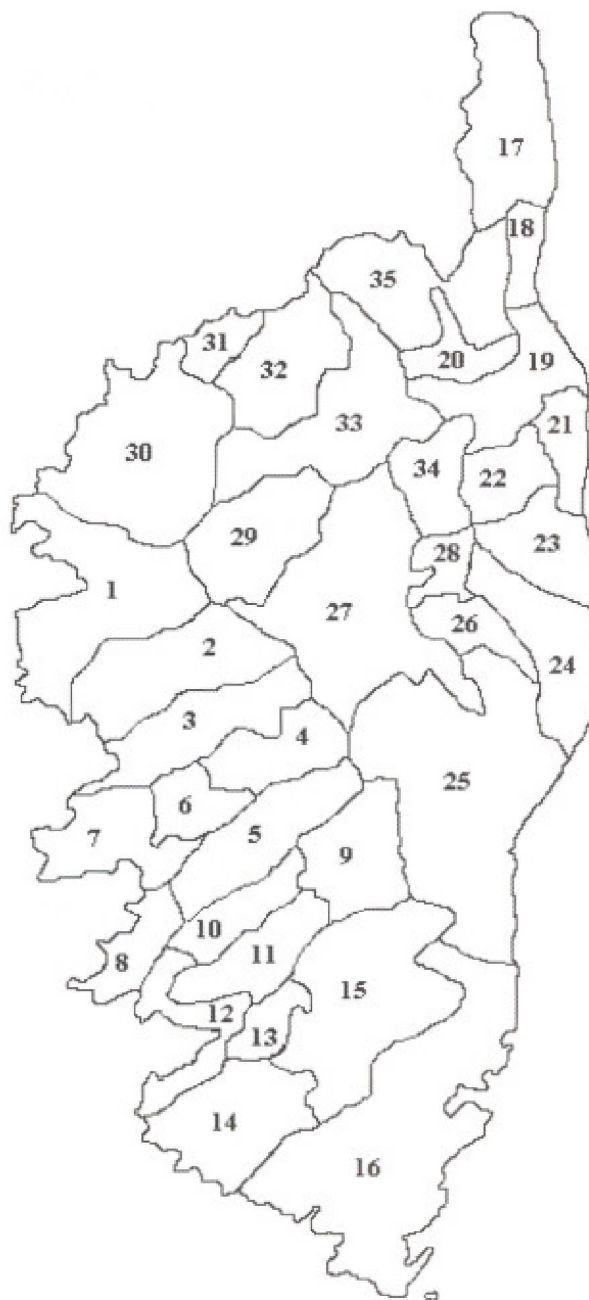
Fondement de la notion de « sensibilité »

Pour préciser la signification du terme « sensibilité », nous avons procédé par décomposition en demandant à un groupe de cinq personnes de réfléchir sur les attributs de la sensibilité. Cette réflexion, menée dans le cadre d'un séminaire de recherches, a débouché sur une liste de quatre attributs :

- valeur esthétique et pittoresque du paysage,
- richesse faunistique et floristique,
- importance du patrimoine culturel et historique,
- valorisation identitaire du terroir.

Ce groupe de réflexion réunissait des experts ayant une bonne connaissance de

Carte 1 :
Cadre de référence (35 sous micro-régions)



01 Sevi in fora	13 Pieve de Viggiani	25 Région du Travu
02 Sevi in dentru	14 Le Sartonais	26 Pieve de Rogna
03 Cruzzini Cinarca	15 L'Alta Rocca	27 Le Cortonais
04 Gravona	16 L'Extrême Sud	28 Le Boziu
05 Prunelli	17 Le Cap Corse	29 Le Niolu
06 Mezzana	18 District de Bastia	30 Zone de Calvi
07 Région d'Ajaccio	19 Vallée Golo-Marana	31 Région de l'Isula
08 Rive sud	20 San Quilicu	32 Ostriconi et Giunssani
09 Haut Taravo	21 Plaine de La Casinca	33 Plaine de Ponte-Leccia
10 Ste Marie Sicche	22 La Castagniccia	34 Pieve di u Rustinu
11 Moyen Taravo	23 Le Campuloru	35 Zone de Saint Florent
12 Golfe de Propiano	24 Région de La Bravona	

l'ensemble des sous-microrégions (cadres de l'Office de l'Environnement, de l'INSEE, de l'Agence du Tourisme de la Corse, responsable de la Maîtrise des Sciences et Techniques du Tourisme de l'Université de Corse, directeur d'Office de tourisme). Le groupe était également chargé d'évaluer chaque zone sur les attributs de la liste précédente. Pour que la phase d'évaluation soit la moins subjective possible, il convenait tout d'abord de faire en sorte que chaque attribut soit entendu de la même manière par tous les évaluateurs. À cet effet, nous avons établi le tableau suivant qui résume les principales idées issues du séminaire :

Procédure d'agrégation floue

Imprécision de la notion de sensibilité

La notion de « sensibilité » renvoie aux attributs qui la composent (tableau 1). Par définition, une zone de forte sensibilité est une portion d'espace fortement caractérisée par ces attributs. À l'opposé, une zone peu sensible est un site touristique ordinaire : assez beau, mais pas exceptionnel ; on y trouve des hôtels confortables, mais aucune trace témoignant de l'histoire ou de la culture de ses habitants... La détermination du degré de sensibilité des différentes zones touristiques de la région est une étape cruciale dans la mise en place d'une politique touristique ; la sensibilité plus ou moins forte d'un lieu commande en fait son potentiel touristique, une stratégie fondée sur le « tout tourisme » étant de toute évidence incompatible avec la forte sensibilité de certaines zones.

Si le besoin d'une carte régionale de sensibilité est fort, le problème qui se pose est de savoir comment il est possible d'évaluer une notion aussi « vague » que la sensibilité.

En effet, force est de constater que la notion est fondée sur des attributs plus ou moins bien définis dans l'univers du discours. Quelle est la signification exacte du terme « pittoresque » ? Comment peut-on affirmer catégoriquement qu'un paysage est, ou n'est pas, pittoresque ? Dans sa forme classique, la logique ne reconnaît que deux

Tableau 1 Les attributs de la sensibilité	
Attribut	Contenu sémantique
Valeur esthétique et pittoresque du paysage	<ul style="list-style-type: none"> • lignes harmonieuses • exposition originale • effet des couleurs • particularité naturelle
Richesse faunistique et floristique	<ul style="list-style-type: none"> • partie du parc naturel • site classé • réserve • aspect sauvage appréciable
Importance du patrimoine culturel et historique	<ul style="list-style-type: none"> • site archéologique/historique • ruines • musées • édifices remarquables
Valorisation identitaire du terroir	<ul style="list-style-type: none"> • plantations • vergers • produits du terroir • pâturages destinés à l'élevage

possibilités, et deux seulement, pour exprimer la valeur logique d'une proposition : « vrai » ou « faux ». Selon l'usage établi par le mathématicien anglais G. Boole, le degré de vérité d'une proposition est égal à 0 quand la proposition est fautive et il est égal à 1 quand elle est vraie. Les propositions du langage naturel se laissent rarement manipuler de cette façon. Une caractéristique telle que « pittoresque » est mal définie et sa perception est subjective.

Pour éviter de forcer la nature des choses en se ramenant à la logique du « tout ou rien » (appelée d'une manière plus académique « logique booléenne » du nom de son inventeur, ou encore « logique binaire » du fait qu'elle utilise deux valeurs seulement), il suffit de remplacer le tandem 0/1 par l'intervalle [0, 1]. On voit apparaître le principe de *gradualité* qui caractérise la logique floue, car dans l'intervalle [0, 1] il y a une *infinité* de valeurs pour exprimer un niveau de vérité qui n'est pas obligatoirement égal à 0 (= faux) ou à 1 (= vrai), mais qui peut prendre n'importe quelle valeur située entre 0 et 1. Il apparaît donc naturel de fonder la démarche évaluative sur ce principe de *gradualité*.

Nous demandons aux évaluateurs de qualifier les niveaux de vérité de propositions

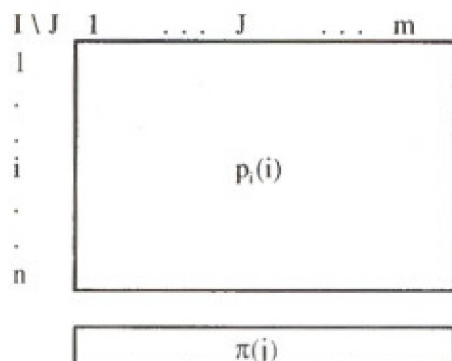
telles que « cette zone possède tel attribut de sensibilité » ou, encore, « cet attribut est important », en choisissant une valeur de l'intervalle [0, 1]. Bien entendu, le choix des niveaux de vérité est nécessairement *subjectif*. Cependant, nous pensons qu'il est préférable d'exprimer des nuances subjectives plutôt que de vouloir apporter des réponses catégoriques (oui / non, vrai / faux) en recourant à des procédures arbitraires. Par ailleurs, il est sans doute plus facile de « juger » le caractère pittoresque de tel village sachant qu'il existe des réponses intermédiaires entre le « non-pittoresque-du tout » et le « totalement-pittoresque ». Pour que les niveaux de vérité tendent vers la plus grande objectivité possible (si toutefois elle existe), il apparaît souhaitable de les déterminer dans le cadre d'une procédure *collective* en interrogeant plusieurs spécialistes (nous verrons ci-dessous comment la procédure d'évaluation s'est déroulée dans les faits).

Une fois les avis des experts rassemblés, nous nous proposons d'agréger les niveaux de vérité pour obtenir une évaluation globale de chaque site de la région. La procédure d'agrégation utilise des connecteurs de logique floue. Si la logique floue offre une gamme très étendue de connecteurs, la principale difficulté est de trouver les « bons » connecteurs adaptés à la nature

ordinales de l'information à traiter (ce point important est discuté à la section « Les connecteurs de logique floue » ci-dessous).

Formalisation du problème

Partant du découpage de la région en zones élémentaires et de la liste des attributs de la sensibilité, l'information qu'il convient de traiter se présente de la manière suivante :



où I représente l'ensemble des zones à évaluer, J l'ensemble des attributs de la sensibilité, $p_j(i)$ l'évaluation de la zone i selon l'attribut j, et $\pi(j)$ le coefficient d'importance de cet attribut.

En évaluant par des nombres compris entre 0 et 1, nous obtenons une information facilement identifiable en termes de logique floue. En effet, l'évaluation $p_j(i)$ peut être considérée comme étant le niveau de vérité de la proposition : « la zone i possède l'attribut j ». D'une manière analogue, le coefficient d'importance $\pi(j)$ peut être interprété comme le niveau de vérité de la proposition : « l'attribut j est important ». La valeur 0 signifie que les propositions précédentes sont « fausses », la valeur 1 indique qu'elles sont « vraies ». Les autres valeurs de l'intervalle [0, 1] servent à nuancer le degré de vérité des propositions associées qui peuvent donc être considérées comme « plus ou moins vraies ». De telles propositions sont dites floues.

Dans ces conditions, une manière simple de décrire la notion de sensibilité est de considérer la liste de ses attributs munis de leurs niveaux de vérité, c'est-à-dire l'ensemble des couples :

$$(1) \quad \Pi_j = \{ (j, \pi(j)) \mid j \in J \}.$$

De la même manière, l'ensemble des couples :

$$(2) \quad P_j(i) = \{ (j, p_j(i)) \mid j \in J \}.$$

décrit localement cette notion ; la zone i possède les attributs de la sensibilité dans les proportions indiquées par les niveaux de vérité $p_j(i)$.

Formellement, (1) et (2) sont des sous-ensembles flous de J : les niveaux de vérité $\pi(j)$ et $p_j(i)$ représentent les degrés d'appartenance de l'attribut j aux sous-ensembles flous Π_j et $P_j(i)$ respectivement.

Les définitions permettant de caractériser les sous-ensembles flous (sef) sont nombreuses². Nous décrivons uniquement celles qui serviront à identifier les propriétés souhaitées de l'opérateur d'agrégation :

- **sef vide** : un sef de J est vide si tous les degrés d'appartenance des éléments j à ce sef sont nuls ;
- **hauteur** d'un sef : la hauteur d'un sef est le degré d'appartenance le plus élevé de ce sef. Si la hauteur est égale à 0, le sef est vide. Si la hauteur est égale à 1, on dit que le sef est **normalisé** ;
- **inclusion, égalité** de deux sef : A et B étant deux sef définis sur le même ensemble J, on dit que A est inclus dans B si les degrés d'appartenance des éléments j à A ne dépassent pas les degrés d'appartenance de ces mêmes éléments à B. Les deux sef sont égaux si les degrés d'appartenance coïncident.

Partant de la notion de sensibilité définie par le sef Π_j que nous supposons normalisé (il existe au moins un attribut j qui appartient d'une manière absolue à Π_j , c'est-à-dire dont le degré d'appartenance est égal à 1 ; un tel attribut est qualifié de **fondamental**) et considérant la plus ou moins grande sensibilité des différentes zones décrites par les n sef $P_j(i)$, nous souhaitons définir un opérateur d'agrégation g, à valeurs dans [0, 1], qui réponde au moins aux deux propriétés suivantes :

P1. si Π_j est inclus dans $P_j(i)$, alors $g(i) = 1$;

P2. si $P_j(i)$ est vide, alors $g(i) = 0$.

La première propriété se situe dans le cas où la sensibilité de la zone i correspond totalement à l'objectif, c'est-à-dire à la manière dont les experts ont été amenés à définir Π_j . Nous considérons l'inclusion et non pas l'égalité, car si l'attribut j, en particulier, caractérise la zone i au-delà de ce qui a été retenu pour caractériser la notion générale de sensibilité, c'est-à-dire si $p_j(i) > \pi(j)$, la différence $p_j(i) - \pi(j)$ est « superflue » ; elle ne contribue pas à l'amélioration (ni à la dégradation) de l'évaluation globale de i qui atteint sa valeur maximale.

La seconde propriété est évidente car si $P_j(i)$ est vide, cela signifie que la zone i ne possède aucun attribut de la sensibilité ; l'évaluation globale d'une telle zone est donc minimale.

Il aurait été utile de posséder d'autres propriétés (Fodor et Roubens, 1992), mais la nature *ordinaire* des niveaux de vérité limite grandement la liste des connecteurs qu'il est possible d'utiliser pour définir la structure de l'opérateur g ; elle interdit notamment le recours aux opérateurs classiques (comme les moyennes) dont les propriétés sont très connues.

Les connecteurs de logique floue

La construction de l'opérateur g est fondée sur l'utilisation de connecteurs qui sont les opérateurs de base de toute logique dans la mesure où ils permettent de définir les niveaux de vérité de propositions reliées entre elles par la conjonction « et », la disjonction « ou » ; un connecteur particulier est défini dans le cas de la négation.

Pour fixer les idées, considérons deux attributs j et k de J, et désignons par $P_j(i)$ et $P_k(i)$ les propositions floues « i possède j » et « i possède k » dont les niveaux de vérité sont respectivement $p_j(i)$ et $p_k(i)$. Il faut attribuer un niveau de vérité de [0, 1] aux propositions suivantes :



$P_j(i)$ et $P_k(i)$ (« i possède j et k »),

$P_j(i)$ ou $P_k(i)$ (« i possède j ou k »),

non - $P_j(i)$ (« i ne possède pas j »).

Quand Zadeh (1965) a introduit la logique floue, il a généralisé les opérateurs de la logique classique (fondée sur l'algèbre de Boole) en prenant respectivement les opérateurs « min » (noté \wedge), « max » (noté \vee) et le complément à 1.

Tableau 2 Opérateurs de Zadeh	
Proposition	Niveau de vérité
$P_j(i)$ et $P_k(i)$	$p_j(i) \wedge p_k(i)$
$P_j(i)$ ou $P_k(i)$	$p_j(i) \vee p_k(i)$
non - $P_j(i)$	$1 - p_j(i)$

Supposons que le niveau de vérité de la proposition « la zone i est belle » soit égal à 0,6, on déduit que le niveau de vérité de la négation « la zone i n'est pas belle » est $1 - 0,6 = 0,4$. Dans ces conditions, on peut affirmer que « la zone i est à la fois belle et non belle » au degré $0,6 \wedge 0,4 = 0,4$; on peut donc affirmer une chose et son contraire sans que cela soit totalement faux (= 0). On peut également considérer que l'affirmation selon laquelle « la zone i est soit belle ou non belle » n'est pas totalement vraie (= 1), son niveau de vérité étant inférieur à l'unité : $0,6 \vee 0,4 = 0,6$ (entre le beau et le non beau, il existe des nuances). À l'exception des principes de non-contradiction ($P_j(i)$ et non - $P_j(i)$ est toujours fausse) et du tiers exclu ($P_j(i)$ ou non - $P_j(i)$ est toujours vraie), ces opérateurs préservent la structure de la théorie classique des ensembles.

Au risque de nous éloigner davantage de cette dernière, nous nous sommes aperçus par la suite qu'il était possible d'utiliser des connecteurs plus généraux (comme les normes et les conormes triangulaires). De tels connecteurs utilisent de plus des opérateurs arithmétiques usuels comme l'addition ou le produit. Ainsi, la moyenne arithmétique ou la moyenne géométrique est utilisée pour exprimer un « et » avec compensation (Dubois et Prade, 1979). Or, l'utilisation de ce type de connecteurs

suppose que l'intervalle $[0, 1]$ soit doté de structures assez fortes (Fustier, 2000), ce qui n'est pas le cas du problème d'évaluation considéré ici.

Une proposition associée à un niveau de vérité égal à 1 n'est pas « deux fois plus vraie » qu'une proposition dont le niveau de vérité est égal à 0,5 ; la valeur 1 exprime la certitude et la valeur 0,5 le doute. En conséquence, la moyenne de ces deux valeurs ne possède pas de signification. Pour s'en convaincre, considérons les cas extrêmes de $[0, 1]$ avec une proposition fautive P et une proposition vraie Q . Puisque la logique floue généralise la logique ordinaire, il est clair que la proposition composée « P et Q » est fautive ; l'opérateur \wedge restitue ce cas particulier ($0 \wedge 1 = 0$), la moyenne (0,5) restitue curieusement le doute.

Le plus souvent, l'évaluateur ne *mesure* pas des niveaux de vérité, il les *estime*, et lorsqu'il s'agit d'évaluer des objets sur des dimensions purement qualitatives, nous ne pouvons guère exiger des experts qu'ils aillent au-delà d'un simple classement. Pour cette raison, nous choisissons de nous situer dans le cadre de la logique floue « min - max » de Zadeh : les connecteurs \wedge et \vee se limitent à comparer des niveaux de vérité ; il suffit de considérer que l'intervalle $[0, 1]$ est totalement ordonné.

Agrégation floue de données ordinales

L'agrégation de données fondée sur des connecteurs de logique floue a donné lieu à une littérature abondante³. Or, force est de constater le peu d'intérêt suscité par les connecteurs \wedge et \vee . Leur utilisation en ce domaine soulève, il est vrai, une question délicate : comment opérer une synthèse correcte d'une information d'essence ordinaire avec des opérateurs aussi « pauvres » que le « min » et le « max » ?

Dubois et Prade (1986) ont proposé deux opérateurs d'agrégation compatibles avec une échelle d'évaluation ordinaire ; nous retiendrons seulement l'opérateur du « maximum pondéré » qui est le seul à répondre aux propriétés P1 et P2 (Fustier, 2000) :

$$(3) \quad s(i) = \vee [p_j(i) \wedge p(j) ; j \in J]$$

Le maximum pondéré est cependant un opérateur trop « tolérant », car il suffit que l'évaluation d'une zone i sur un attribut fondamental soit égale à 1 pour que $s(i)$ atteigne la valeur 1 (même si les évaluations sur les autres attributs sont nulles). Au tableau 2a, un profil aussi particulier que celui de a mériterait une évaluation globale proche de 0 et, certainement, inférieure à celle de b .

Il est donc très difficile de construire un opérateur d'agrégation « correcte » sur la base des seuls connecteurs \wedge et \vee . Nous proposons, cependant, de compléter la formulation du maximum pondéré en introduisant des écarts calculés sur les attributs (les évaluations ne sont ainsi plus considérées comme des données purement ordinales).

Sur chaque j , nous calculons un écart discordant, noté $r_j(i)$, de la manière suivante :

$$(4) \quad r_j(i) = \begin{cases} \pi(j) - p_j(i) & \text{si } \pi(j) > p_j(i) \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

Pour chaque attribut j , nous vérifions que $r_j(i)$ prend ses valeurs dans $[0, 1]$. Le maximum de discordance est constaté sur un attribut fondamental j tel que : $\pi(j) = 1$ et $p_j(i) = 0$.

Pour définir la discordance globale, nous refusons de considérer une moyenne d'écarts discordants calculés sur des attributs différents ; la synthèse des écarts est réalisée d'une manière analogue à la formule du maximum pondéré (en prenant l'opérateur « max ») :

$$(5) \quad r(i) = \vee [r_j(i) ; j \in J]$$

Nous vérifions que l'indice de discordance globale prend ses valeurs dans $[0, 1]$.

Pour passer à la formulation définitive de l'opérateur d'agrégation, nous considérons la négation de la discordance, c'est-à-dire $1 - r(i)$, d'où la définition de l'opérateur g :

$$(6) \quad g(i) = s(i) \wedge (1 - r(i)).$$

TABEAU 2a
Calcul du maximum pondéré et la discordance

j	1	2	3	4	5	6	7	
→								
$p_i(a)$	→ 0	0	0	1	0	0	0	
$p_i(b)$	→ 0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	
$\pi(j)$	→ 1	1	1	1	0,8	0,7	0,7	
→								
$p_i(a) \wedge \pi(j)$	→ 0	0	0	1	0	0	0	$\frac{1}{1} = s(a)$
$p_i(b) \wedge \pi(j)$	→ 0,9	0,9	0,9	1	0,8	0,7	0,7	$\frac{1}{1} = s(b)$
$r_i(a)$	→ 1	1	1	0	0,8	0,7	0,7	$\frac{1}{1} = r(a)$
$r_i(b)$	→ 0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	$\frac{0,1}{0,1} = r(b)$

TABEAU 2b
Calcul de l'indice de non-discordance d'après la relation de dualité

J	1	2	3	4	5	6	7	
$1 - r_j(a)$	0	0	0	1	0,2	0,3	0,3	$\frac{0}{0} = 1 - r(a)$
$1 - r_j(b)$	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	$\frac{0,9}{0,9} = 1 - r(b)$

Cet opérateur utilise le « min » pour connecter le maximum pondéré à l'indice de non-discordance défini par $1 - r(i)$. Il prend ses valeurs dans $[0, 1]$ et les propriétés P1 et P2 sont vérifiées (Fustier, 2000). En reprenant les données du tableau 2a, nous obtenons : $g(a) = 1 \wedge (1 - 1) = 0$ et $g(b) = 1 \wedge (1 - 0,1) = 0,9$.

Remarquons qu'il est possible d'effectuer le calcul de l'indice de non-discordance globale à partir de la négation des indices partiels de discordance : c'est la valeur la plus petite (Fustier, 2000) :

$$(7) \quad 1 - r(i) = \wedge [1 - r_j(i) ; j \in J]$$

D'après les données du tableau 2a, on obtient :

Enfin, dans le cas particulier où tous les attributs sont fondamentaux (tous les $\pi(j)$ sont égaux à 1), l'évaluation globale de toute zone i est égale à la plus petite évaluation de son profil (Fustier, 2000) :

$$(8) \quad \forall i \in I : g(i) = \wedge [p_j(i) ; j \in J]$$

Résultats

La cueillette de l'information

Ce cas particulier s'est posé dans la présente démarche. Les cinq spécialistes ont estimé qu'il n'y avait aucune raison de différencier les quatre attributs de la sensibilité et qu'il convenait de les considérer comme fondamentaux. La simplification des calculs autorisée par la relation (8) a permis d'adopter une démarche évaluative en deux temps.

Sur les 140 (35 x 4) évaluations possibles, de nombreuses divergences ont été cons-

tatées dès le départ entre les experts. Pour forcer la nature des choses, il aurait été possible de retenir le jugement médian quand les réponses s'organisaient autour d'une plage restreinte de l'échelle d'évaluation, mais dans 15 % des cas environ, un désaccord important partageait les évaluateurs aux extrémités de l'échelle. Nous avons donc songé à appliquer une procédure de convergence de type DELPHI, mais devant la lourdeur de la procédure, nous avons préféré laisser les experts évaluer séparément dans un premier temps.

Nous obtenons donc cinq grilles d'évaluation du type suivant :

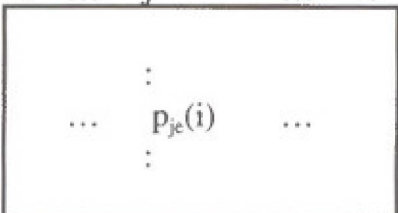
Dans chacune des grilles, il suffit de retenir la plus petite valeur d'une ligne pour obtenir l'évaluation globale de la zone correspondante. Les évaluations globales des experts sont ensuite regroupées (tableau 3b) et nous effectuons une synthèse définitive en appliquant la relation générale (6) :

Les coefficients d'importance des points de vue sont remplacés ici par des coefficients de compétence ; chaque expert estime sa compétence dans $[0, 1]$ sur la base des difficultés rencontrées au cours de la première étape. Dans le cas (très) particulier où les experts s'estiment tous vraiment compétents (tous les $p(e)$ sont égaux à 1), il est clair que $g(i)$ est l'évaluation globale de l'expert le plus sévère.

Les classes de sensibilité

Les résultats issus du tableau 3b permettent de répartir les trente-cinq sous-micro-régions en six classes de sensibilité :

TABEAU 3a
Grille d'évaluation de l'expert « e »

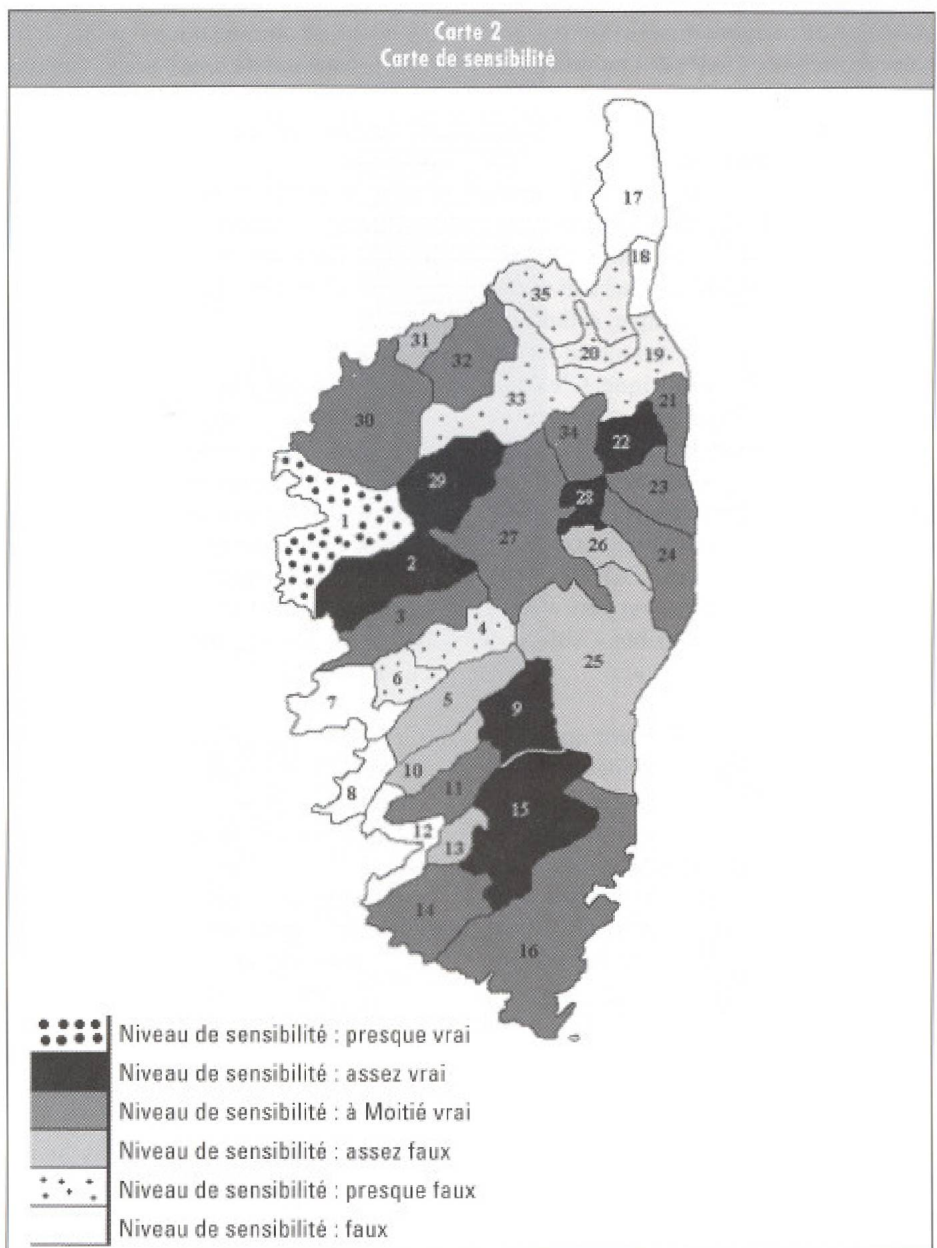
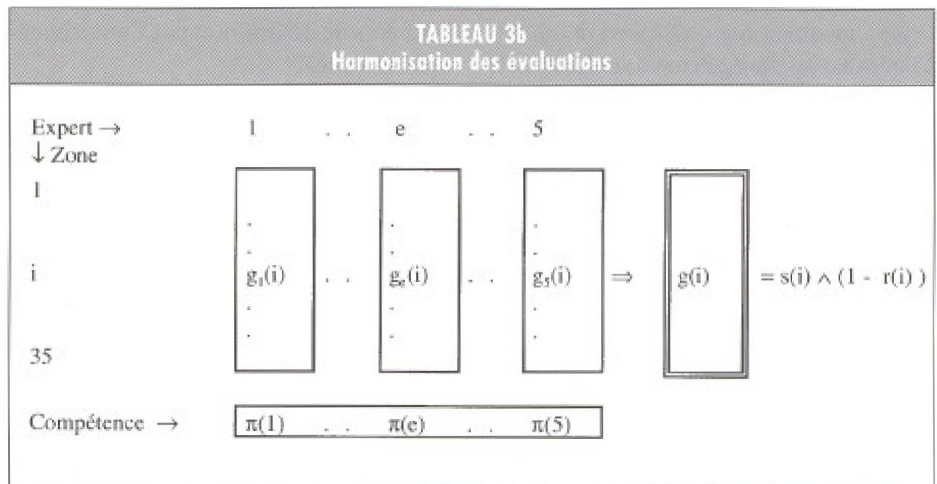
	1	...	j	...	4	
1						$\Rightarrow g_e(i) = \wedge [p_{je}(i) ; j \in J]$
:						
i						
:						
35						

- **Zones presque sensibles** (niveau de sensibilité *presque-vrai* = 0,8 à 0,9) : 01 Sevi in fora.
- **Zones assez sensibles** (niveau de sensibilité *assez-vrai* = 0,6 à 0,7) : 02 Sevi in dentru, 09 Haut Taravo, 15 L'Alta Rocca, 22 La Castagniccia, 29 Le Niolu, 28 Le Boziu.
- **Zones moyennement sensibles** (niveau de sensibilité à *moitié-vrai* = 0,5) : 03 Cruzzini Cinarca, 11 Moyen Taravo, 14 Le Sartenais, 16 L'Extrême Sud, 21 Plaine de La Casinca, 23 Le Campuloru, 24 Région de La Bravona, 27 Le Cortenais, 30 Zone de Calvi, 32 Ostriconi et Giunssani, 34 Pieve di u Rustinu.
- **Zones assez peu sensibles** (niveau de sensibilité *assez-faux* = 0,3 à 0,4) : 05 Prunelli, 10 Ste Marie Sicche, 13 Pieve Viggiani, 25 Région du Travu, 26 Pieve de Rogna, 31 Région de l'Isula.
- **Zones presque pas sensibles** (niveau de sensibilité *presque-faux* = 0,1 à 0,2) : 04 Gravona, 06 Mezzana, 19 Vallée Golo-Marana, 20 San Quilicu, 33 Plaine de Ponte-Leccia, 35 Zone de Saint Florent.
- **Zones non-sensibles** (niveau de sensibilité *faux* = 0) : 07 Région d' Ajaccio, 08 Rive sud, 12 Golfe de Propriano, 17 Le Cap Corse, 18 District de Bastia.

Commentaires

Aucune zone n'est « vraiment » sensible (au degré 1 qui exprime la sensibilité absolue). Le résultat n'est pas surprenant. En effet, compte tenu de la pondération adoptée par les spécialistes (tous les attributs sont fondamentaux), il aurait fallu, pour obtenir une sensibilité absolue, que tous les attributs caractérisent également cette zone d'une façon absolue (c'est-à-dire au degré 1). Cette situation est peu probable compte tenu de l'antagonisme des attributs retenus. Par exemple, un espace largement constitué de terrains agricoles, de pâturages, de plantations diverses ne peut pas être caractérisé de patrimoine culturel et historique très important, et inversement

Pour cette raison, la classe de plus forte sensibilité (0,8 à 0,9) ne comprend qu'une





seule sous-microrégion (« Sevi in fora »). Ce résultat insiste également sur la sévérité de la procédure d'évaluation : au sens de la relation (8), l'évaluation globale d'une sous-microrégion attribuée par un expert correspond à l'évaluation partielle *la plus faible* retenue par l'expert sur les différents attributs. Cette sévérité correspond à l'esprit de la présente étude. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que c'est la volonté de proposer une orientation de développement touristique adaptée aux spécificités des différentes zones traitées qui nous a amenés à construire ce critère « sensibilité ». Il ne s'agissait donc pas de nous lancer dans une analyse qui risquait de conduire de manière quasi systématique à une protection effrénée de l'ensemble des sous-microrégions.

Si la sous-microrégion « Sevi in fora » atteint pourtant ce haut niveau de sensibilité, c'est en raison de ses caractéristiques intrinsèques. Il s'agit en effet d'une zone exceptionnellement riche, tant sur les plans faunistique, floristique, esthétique et pittoresque qu'en ce qui a trait au patrimoine culturel et historique. C'est notamment dans cette sous-microrégion qu'est située la commune de Ota-Porto qui est actuellement la seule station « grand site » de France. Les experts ne s'y sont pas trompés et l'ont évidemment évaluée en connaissance de cause. Dans le cas de « Sevi in fora », l'évaluation a été « limitée » par le quatrième attribut « Valorisation identitaire du terroir ».

On déduit assez intuitivement qu'un tel résultat doit conduire les décideurs locaux à poursuivre leur action de mise en valeur de cette sous-microrégion. Le développement d'un tourisme de masse avec une forte implantation d'établissements et de structures touristiques lourdes serait malvenu, puisque tout cela nuirait considérablement aux richesses naturelles de la zone. Comme le demande le contrat de station « grand site », il faudra ici s'employer à maintenir ce territoire en l'état pour préserver son avantage naturel. Il pourra être mis en valeur simplement par l'entretien des éventuels sentiers le parcourant (organisation de visites guidées ou randonnées ; installations d'aires de repos

discrètes ne détériorant pas l'environnement du site).

Exploitation des résultats

Il ne s'agit pas ici de dire qu'à tel niveau de sensibilité correspond tel type de développement touristique, mais simplement de proposer des orientations à envisager en fonction de cette sensibilité afin d'adapter le produit à exploiter à son environnement, c'est-à-dire aux spécificités de la zone, comme nous l'avons déduit simplement dans le cas de la sous-microrégion Sevi in fora.

La sensibilité comme nous l'avons définie ne permet pas de tirer des conclusions rapides sur un avenir économique éventuel au simple regard de l'évaluation obtenue puisque celle-ci est issue de l'analyse de quatre points de vue relativement antagonistes. Il faudra donc souvent chercher à savoir lequel de ces attributs a plus ou moins influencé (provoqué) le résultat final.

Ainsi, en ce qui concerne les six sous-microrégions « assez-sensibles » (voir carte 2), si l'on se doute que la mise en œuvre d'un tourisme de masse aurait des effets négatifs sur leur environnement, les raisons n'en sont pas forcément les mêmes pour chacune d'entre elles. Il en résulte que la conduite à tenir face à ce résultat ne sera pas non plus identique dans les six zones. Deux exemples :

1) La Castagniccia (22) est une zone quasi constituée intégralement de forêts de châtaigniers presque toutes exploitées (récolte des châtaignes, production de farine). Elle peut donc être considérée comme une zone garante d'une production « identitaire » de l'île, assurant l'exploitation de l'une de ses richesses naturelles. Nous avons déjà expliqué l'importance pour une petite région isolée de disposer de produits identitaires lui conférant une sorte de monopole sur ce produit (un avantage absolu). L'implantation sur cette zone d'établissements touristiques quels qu'ils soient conduirait très certainement à une perte pour l'ensemble du territoire.

2) L'Alta Rocca (15) est une région restée très « sauvage » ; si elle est qualifiée de zone *assez-sensible*, ce n'est certainement pas en raison des exploitations qu'on y trouve, mais plutôt à cause de (grâce à) cet aspect sauvage : l'esthétique du paysage, la qualité de la flore, la présence d'un site archéologique (Calacuccia). Il serait peut-être intéressant pour une telle zone d'envisager de postuler un contrat de station grand site comme Ota-Porto. Cela pourrait aider les responsables de cette sous-microrégion à la maintenir en l'état, à la sauvegarder.

Conclusion

Les deux exemples qui précèdent suffisent à comprendre que l'analyse effectuée jusqu'ici n'a pas la prétention de déterminer de façon précise « *ce qu'il faut faire exactement* » sur l'ensemble du territoire. Même si l'on se doute que les sous-microrégions *presque sensibles* et *assez sensibles* devraient être protégées d'un tout tourisme destructeur, les orientations à choisir pour les sauvegarder demeurent liées à des spécificités plus pertinentes encore que cette première évaluation.

Le même type de difficulté est rencontré en ce qui concerne les autres catégories de zone : moyennement, assez peu, presque pas et non sensibles, puisque l'évaluation laisse à penser que rien ne semble s'opposer à un éventuel développement touristique sur ces zones, mais elle ne donne en revanche aucune indication quant aux produits touristiques qu'elles sont respectivement disposées à accueillir et à exploiter dans les meilleures conditions. Or, rappelons l'intérêt pour une zone (et plus encore pour l'ensemble d'un territoire) à se spécialiser dans le domaine qu'elle est naturellement prédisposée à intégrer avec une plus forte espérance de performance (Serra 2000a et b). Il est donc nécessaire pour les zones dont la faible sensibilité laisse présager une orientation économique liée à l'activité touristique, d'affiner la connaissance de leurs atouts intrinsèques, c'est-à-dire d'un plus grand nombre de caractéristiques qui leur sont propres et susceptibles de leur fournir un avantage

certain dans un produit en particulier. Pour reprendre un exemple déjà exposé, nous avons montré qu'il est plus intéressant d'un point de vue économique, mais aussi environnemental, pour le consommateur comme pour les décideurs, d'exploiter une structure de type camping dans une zone relativement plus sensible que dans une zone qui ne le serait pas du tout, cette dernière étant plus adaptée à recevoir un établissement de type hôtelier sans risquer de détériorer un environnement « moins délicat » que celui de la première zone.

Il ne faut pas se contenter d'appliquer cette logique aux seuls établissements précités, mais au contraire l'élargir aux nombreuses formes que revêt l'activité touristique. En cherchant à connaître les principaux éléments recherchés par le consommateur dans chacun de ces produits, on pourra envisager de les exploiter dans des zones disposant de ces atouts, donc les mieux adaptées.

Denis Serra est enseignant en économie au lycée de Porto-Vecchio (Corse, France). Il a été adjoint de rédaction de la revue *Téoros*, stagiaire postdoctoral et auxiliaire d'enseignement à l'Université du Québec à Montréal.

Bernard Fustier est professeur à l'Université de Corse et associé à l'Université de Nice Sophia Antipolis. Il dirige le CEMA (Centre d'Économie et de Modélisation Appliquée) et a été responsable du DESS « Administration des collectivités territoriales et développement local insulaire » (1989-1992). Il est également coordonnateur des enseignements du CNAM pour le centre de Bastia.

Notes

- 1 À ce sujet voir, par exemple, de Grandpré, 2000.
- 2 Voir, par exemple, Bouchon-Meunier, 1995.

- 3 Voir les articles de synthèse de Dubois et Prade, 1985 ; Mizumoto, 1989a et b ; Dubois et Grabisch, 1994.

Bibliographie

Bouchon-Meunier, B. (1995), *La logique floue et ses applications*, Paris, France : Éditions Addison-Wesley.

de Grandpré, F. (2000), « Le découpage touristique du Québec : éléments d'analyse et pistes de recherche », *Téoros*, 19 (3), p. 40-43.

Dubois, D., et M. Grabisch (1994), « Agrégation multicritère et optimisation », *Logique floue*, Paris : ARAGO 14 - OFTA, Masson éditeur, p. 179-199.

Dubois, D., et H. Prade (1986), « Weighted Minimum and Maximum Operations. Fuzzy Sets Theory », *Information Sciences*, 39, p. 12-28.

Dubois, D., et H. Prade (1985), « A Review of Fuzzy Sets Aggregation Connectives », *Information Sciences*, 36, p. 85-121.

Dubois, D., et H. Prade (1979), « New Results about Properties and Semantics of Fuzzy Sets Theoretic Operators », First International Symposium on Policy Analysis and Information Systems, Durham, North Carolina, 28-30 juin, p. 167-174.

Fodor, J.C., et M. Roubens (1992), « Aggregation and Scoring Procedures in Multicriteria Decision-Making Methods », Actes de la 1^{re} Conférence internationale sur les systèmes flous, San Diego, CA, mars, p. 8-12.

Fustier, B. (2000), Évaluation, prise de décision et logique floue. *Économie Appliquée*, Tome LIII, n°1, p. 155-174.

Mizumoto, M. (1989 a), « Pictorial Representations of Fuzzy Connectives: Cases of t -Norms, t -Conorms and Averaging Operators », *Fuzzy Sets and Systems*, 31, p. 217-242.

Mizumoto, M. (1989b), « Pictorial Representations of Fuzzy Connectives :Cases of Compensatory Operators and Self - Dual Operators », *Fuzzy Sets and Systems*, 32, p. 45-79.

Prade, H. (1982), *Modèles mathématiques de l'imprécis et de l'incertain en vue d'applications au raisonnement naturel*, Thèse de doctorat d'État ès sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse, France.

Sambuc, R. (1975), *Fonctions f -floues. Application à l'aide au diagnostic en pathologie thyroïdienne*, Thèse de médecine, Université d'Aix-Marseille II.

Sanchez, E., R. Sambuc, J. Gouvernet, et J.C. San Marco (1980), « Représentation conjointe du flou et de l'indétermination dans le traitement de données médicales », *Journées Informatique de Toulouse*, IRIES, p. 208-215.

Serra, D. (2000a), *Tourisme et développement régional*, Thèse de doctorat en Science Économique, Université de Corse, Corte.

Serra, D. (2000b), « Tourisme identitaire et spécialisation infra-régionale dans les petites économies isolées », *Téoros*, 19 (3), p. 20-27.

Zadeh, L.A. (1965), « Fuzzy Sets », *Information and Control*, 8, p. 338-353.